COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1945.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE CAULLERY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

La délégation française invitée aux solennités du 220e anniversaire de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S. est rentrée à Paris hier soir. J'avais l'honneur d'y être le représentant officiel de notre Compagnie, et j'y étais accompagné de plusieurs de nos Confrères, MM. Hadamard, Borel, Cartan, Pérès, Maurain, Joliot, Chevalier; notre Confrère Langevin avait dû, à son grand regret, renoncer, pour des raisons de santé, à nous accompagner. Je crois être le fidèle interprète de tous en exprimant ici nos sincères remerciements à nos Confrères et au Gouvernement soviétique pour l'accueil si cordial qui nous a été réservé, en même temps que la profonde impression que nous a faite l'organisation et l'activité de l'Académie.

Celle-ci correspond, en réalité, par sa constitution, beaucoup plutôt à l'ensemble de l'Institut de France qu'à notre Compagnie proprement dite, car elle comprend des archéologues, des orientalistes, des philologues et, d'une façon générale, des représentants des sciences humaines. Mais elle est, avant tout, un ensemble de nombreux Instituts de recherche spécialisés, dont chacun est dirigé par un académicien et comprend des laboratoires auxquels sont affectés de nombreux chercheurs avec des auxiliaires techniques et d'ordre administratif, et qui sont pourvus d'importantes ressources d'ordre financier. Pour prendre

un exemple, l'Institut de Physiologie à Leningrad, fondé par le célèbre Ivan Pavlof (qui a été notre Associé étranger), et actuellement dirigé par M. Orbeli, ne compte pas moins de 100 travailleurs scientifiques proprement dits, qui continuent à développer et à étendre l'œuvre du fondateur.

On voit donc quelle peut être la puissance créatrice de cette grande institution. Le bilan des 220 années écoulées depuis sa fondation et spécialement depuis la Révolution de 1917, permet de la mesurer et de constater son efficacité présente dans tous les domaines de la science, depuis les Mathématiques pures jusqu'à la Biologie. Une de ses caractéristiques essentielles, en ces dernières années, est de ne s'être pas limitée à la recherche spéculative et à la science pure. Elle s'est attachée spécialement aux problèmes pratiques, et l'Académie a eu ainsi une part importante dans la mise en valeur des ressources du sol russe en tous genres, qui a eu une ampleur et une efficacité si impressionnantes. Cela a permis à l'U.R.S.S. de fournir l'immense effort de guerre qu'elle a accompli et d'arriver à l'éclatante victoire dont nous venons d'être les témoins. L'effort a été dirigé, avant tout, en ces dernières années, vers les applications de la recherche scientifique aux problèmes pratiques avec lesquels la nation est aux prises.

Voici, à cet égard, un exemple significatif qui, à vrai dire, est extérieur au cadre strict de l'Académie. M. Michel Zavadovsky, professeur à l'Université de Moscou, est un biologiste à qui l'on doit de magnifiques travaux sur la sexualité des Vertébrés. Or il a entrepris d'augmenter le rendement des troupeaux de moutons des diverses races et spécialement de la race Karakul qui fournit la fourrure d'astrakan. La production des peaux et celle de la laine était d'ailleurs une question pratique de grande importance en tout temps et plus encore en temps de guerre. Par des injections de sérum de Jument gravide faites à des moments et à des doses convenables, il est arrivé à provoquer chez les Brebis, qui normalement n'ont qu'un seul petit, des portées doubles ou multiples. A ce traitement, 43 % des femelles ne réagissent pas, mais 47 à 50 % ont deux agneaux, 8 % en ont trois et 2 % ont des portées allant de quatre à sept. Cette méthode a été actuellement appliquée à plusieurs millions de femelles et l'opération apparaît comme hautement rentable. Maintenant que le résultat pratique est acquis, on s'occupe d'en étudier minutieusement les processus au point de vue histophysiologique et embryogénique.

Notre séjour à Moscou et à Leningrad, quoique très bref, nous a donc permis d'enregistrer de nombreux résultats récents dans toutes les branches de la science, et de nous rendre compte de la puissante évolution de la Russie actuelle. Mais la délégation française n'était pas seule à faire ces constatations. En dehors de nos collègues d'Angleterre et des États-Unis, nous avons rencontré là-bas des représentants de nombreuses nations européennes et même extra-européennes, reçus au même titre que nous. C'était une manifestation scientifique internationale, qui témoignait du désir de l'Académie des sciences et du

Gouvernement de restaurer et de développer de large manière les rapports culturels entre les divers pays.

Nous avons été accueillis, en ce qui nous concerne, avec une sympathie et une cordialité auxquelles je tiens à rendre hommage et dont nous avons tous à cœur de remercier nos collègues russes. Nous exprimons le vœu que, dès que les difficultés matérielles dont nous souffrons encore tant ici se seront atténuées ou auront disparu, les pouvoirs publics et en particulier notre Académie puissent témoigner, en ce qui concerne la France, du même effort pour restaurer et intensifier les rapports et la compréhension entre savants des divers pays.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des centres.* Note de M. **Jean Chazy**.

Je veux sur deux points préciser ou simplifier la théorie des centres.

1. Il s'agit de l'équation différentielle du premier ordre entre x et y

$$\frac{dx}{X} = \frac{dy}{Y} = dt, \tag{1}$$

où les dénominateurs X et Y sont holomorphes et nuls au point singulier $x = 0$, $y = 0$, soit O, et ont pour termes linéaires y et $-x$, et où t est introduit comme variable auxiliaire. Poincaré cherche une intégrale de l'équation (1) développable sous la forme

$$F = x^2 + y^2 + F_3 + F_4 \ldots + F_n + \ldots, \tag{2}$$

F_n désignant un polynome homogène de degré n en x et y; par substitution dans l'équation

$$\frac{dF}{dt} = X\frac{\partial F}{\partial x} + Y\frac{\partial F}{\partial y} = 0,$$

il obtient

$$y\frac{\partial F_n}{\partial x} - x\frac{\partial F_n}{\partial y} = H_n,$$

équation de récurrence où H_n est un polynome homogène de degré n en x et y, dont les coefficients sont formés avec ceux des coefficients X_k, Y_k et des polynômes F_3, F_4, ..., F_{n-1} antérieurement calculés. En coordonnées polaires, avec $x = r\cos\theta$, $y = r\sin\theta$, si l'on pose

$$F_n = r^n\varphi(\theta) \quad \text{et} \quad H_n = r^n\psi(\theta),$$

l'équation devient

$$\frac{\partial F_n}{\partial\theta} = -H_n \quad \text{ou} \quad \frac{d\varphi}{d\theta} = -\psi(\theta),$$

c'est-à-dire devient une identité entre deux polynomes homogènes de degré n en $\cos\theta$ et $\sin\theta$, ou plutôt entre deux expressions linéaires en $\cos n\theta$, $\sin n\theta$; $\cos(n-2)\theta$, $\sin(n-2)\theta$; $\cos(n-4)\theta$, ...

Rappelons encore que, quand le degré n est impair, l'identification est possible, et l'expression φ et le polynome F_n sont complètement déterminés, si les polynomes antérieurs le sont. Mais, quand n est pair, en général l'expression linéaire $-\psi(\theta)$ comporte un terme constant, soit C, et la détermination du polynome F_n est impossible ; si en particulier la constante C se trouve nulle, l'expression $\varphi(\theta)$ est déterminée à une constante additive arbitraire près K, et par suite le polynome F_n est déterminé au terme additif près $K(x^2+y^2)^{\frac{n}{2}}$. Ainsi, quand les coefficients des polynomes X_n et Y_n sont arbitraires, on est arrêté dans la recherche de l'intégrale F, et ceci en général dès la détermination du polynome F_4.

2. Dans ce cas général on peut préciser la forme des courbes intégrales au voisinage du point O. Par hypothèse, la détermination du polynome F_4 étant impossible, l'expression $-\psi(\theta)$ correspondante comporte un terme constant C différent de zéro. Par suite, une fois déterminé le polynome F_3, si l'on remplace $\psi(\theta)$ par $\psi(\theta)+C$, on peut déterminer le polynome du quatrième degré homogène en x et y, soit $F'_4 = r^4\varphi'(\theta)$, tel que l'on ait

$$\frac{d\varphi'}{d\theta} = -\psi(\theta) - C, \qquad \frac{\partial F'_4}{\partial \theta} = -H_4 - C(x^2+y^2)^2.$$

Par conséquent, si l'on pose $x^2+y^2+F_3+F'_4 = u$, la dérivée du/dt est égale à la somme du terme $C(x^2+y^2)^2$ et d'une série entière en x et y convergente et commençant par des termes de degré 5 au moins : on peut écrire ainsi

$$\frac{du}{dt} = Cr^4(1+\varepsilon_1) = Cu^2(1+\varepsilon_2),$$

les quantités ε_i désignant des fonctions de θ, et r ou u, qui tendent vers zéro avec r ou u. On déduit d'autre part des équations (1)

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{x\,dy - y\,dx}{(x^2+y^2)\,dt} = -(1+\varepsilon_3).$$

Éliminant dt entre les deux dernières équations, puis intégrant, on obtient sur la courbe intégrale passant au point u_0, θ_0

$$\frac{du}{d\theta} = -Cu^2(1+\varepsilon_4) \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{u} - \frac{1}{u_0} = C(1+\varepsilon_5)(\theta-\theta_0).$$

Si C est positif, dans le sens où l'angle θ croît, la quantité u décroît et, quand θ tend vers $+\infty$, tend vers zéro : donc *le point* O *est un point asymptote, et u tend vers zéro comme* $1:\theta$, *et* ρ *comme* $1:\sqrt{\theta}$. De même, si le calcul antérieur est arrêté à la détermination du polynome F_n, ρ *tend vers zéro comme* $1:\theta^{\frac{1}{n-2}}$. Poincaré a appelé le point singulier ainsi obtenu un *foyer*, comme le point singulier où les racines de l'équation caractéristique sont $\alpha \pm \beta i$, α et β étant

réels et de même signe : rappelons que dans ce dernier cas chaque courbe intégrale s'enroule de même indéfiniment autour du pôle, mais le rayon vecteur tend vers zéro comme l'exponentielle $e^{-\frac{\alpha}{\beta}\theta}$, c'est-à-dire comme sur une spirale logarithmique.

3. Si l'on n'est jamais arrêté dans le calcul antérieur, si toutes les constantes C correspondant successivement aux degrés n pairs sont nulles, le développement F satisfait formellement à l'équation $d\mathrm{F}/dt = 0$. Poincaré a démontré, par une voie compliquée et à la vérité peu intuitive, que ce développement converge pour x et y assez petits, et pour des valeurs convenables des constantes K : je veux donner ici une démonstration plus simple de cette propriété de convergence. Pour tirer de l'équation (1) un développement holomorphe en x et y, qui coïncidera avec le développement (2), nous appliquerons le théorème complémentaire du théorème de Cauchy, démontré par Poincaré, et selon lequel les solutions d'une équation différentielle contenant analytiquement un paramètre sont elles-mêmes des fonctions analytiques de ce paramètre.

Considérons l'équation transformée de l'équation (1) en coordonnées polaires [1]

$$\frac{dr}{d\theta} = \mathrm{A}_2 r^2 + \mathrm{A}_3 r^3 \ldots + \mathrm{A}_n r^n + \ldots, \tag{3}$$

où A_n désigne un polynome en $\cos\theta$ et $\sin\theta$ dont tous les termes ont la parité de l'exposant $n+1$, de façon que l'équation (3) ne change pas si l'on change r et θ en $-r$ et $\theta+\pi$. La solution de cette équation égale à r_0 pour $\theta = 0$ est une fonction holomorphe de r_0

$$r = r_0 + \mathrm{B}_2 r_0^2 + \mathrm{B}_3 r_0^3 \ldots + \mathrm{B}_n r_0^n + \ldots, \tag{4}$$

dont les coefficients B_n sont des fonctions de θ nulles pour $\theta = 0$. Si le développement (2) est convergent, les courbes intégrales ont, au voisinage du point O, une forme analogue à des circonférences de centre O : dans ce cas Poincaré a appelé le point O un *centre*; nécessairement alors les fonctions B_n sont périodiques en θ et sont des polynomes en $\cos\theta$ et $\sin\theta$. Réciproquement, si les B_n sont des polynomes en $\cos\theta$ et $\sin\theta$, les courbes intégrales sont des courbes fermées au voisinage du point O, qui ne saurait être un foyer.

Or, dans le cas exceptionnel ainsi défini, en résolvant un problème de retour des suites à partir du développement (4), puis par élévation au carré, nous obtenons deux intégrales de l'équation (3)

$$r_0 = r + \mathrm{C}_2 r^2 \ldots + \mathrm{C}_n r^n + \ldots, \qquad r_0^2 = r^2 + \mathrm{D}_3 r^3 \ldots + \mathrm{D}_n r^n + \ldots,$$

(1) Poincaré, *Journal de Mathématiques*, 4e série, 1, 1885, pp. 181-193; *Œuvres*, 1, pp. 102-112; Picard, *Traité d'Analyse*, 3e éd., 1928, p, 221; Chazy, *Journal de Mathématiques*, 9e série, 15, 1936, p. 418.

représentées par des développements qui convergent si r est assez petit, et dont les coefficients C_n et D_n sont de même des polynomes en $\cos\theta$ et $\sin\theta$. On forme une troisième intégrale en remplaçant dans la deuxième r et θ par $-r$ et $\theta+\pi$, et une quatrième intégrale égale à la demi-somme des deux dernières

$$r^2 + E_3 r^3 + E_4 r^4 \ldots + E_n r^n + \ldots, \tag{5}$$

où les coefficients E_n sont encore des polynomes en $\cos\theta$ et $\sin\theta$, mais dont tous les termes ont la parité de l'exposant n. Ainsi E_n est, comme précédemment $\varphi(\theta)$, une expression linéaire en $\cos n\theta$, $\sin n\theta$; $\cos(n-2)\theta$, $\sin(n-2)\theta$, ..., mais *a priori* peut contenir aussi des termes linéaires en $\cos(n+2)\theta$, $\sin(n+2)\theta$; $\cos(n+4)\theta$, $\sin(n+4)\theta$; $\cos(n+6)\theta$, ...

En fait ces derniers termes n'existent pas. En effet les fonctions E_3, E_4, ..., E_n, ... doivent satisfaire de proche en proche à l'équation de récurrence antérieure $d\varphi/d\theta = -\psi(\theta)$; il en résulte que le degré du polynome E_n en $\cos\theta$ et $\sin\theta$ est au plus égal à l'exposant n, et que, si l'on revient des coordonnées r et θ aux variables x et y, le terme $E_n r^n$ devient un polynome de degré n en x et y. Ainsi l'intégrale (5) est de la forme considérée plus haut, et par suite est identique à l'intégrale F pour un choix convenable des constantes successives K. Donc, *quand les constantes* K *sont convenablement choisies, le développement* (2) *est convergent :* c'est le résultat démontré par Poincaré.

SPECTROSCOPIE. — *Application à des molécules intéressantes de l'analyse nouvelle des spectres moléculaires. Étude des lipides et de la catalyse.* Note de M. **Henri Deslandres**.

La Note précédente du 26 février 1945 était consacrée aux glucides et à la catalyse. La Note actuelle est consacrée aux lipides et aussi à la catalyse.

Lipides. — Les lipides ont été moins étudiés que les autres molécules biologiques, car on les sépare difficilement des glucides et des protides auxquels ils sont unis le plus souvent. Le spectre Raman est connu pour un très petit nombre de ces molécules; aussi présenterai-je avec plus de détails celles dont le spectre Raman a été publié.

Les lipides offrent quatre groupes principaux : les glycérides, les cérides, les stérides et les lécithides. Les glycérides, qui sont les molécules les plus nombreuses, dérivent du glycérol, dont la formule brute est $C^3H^8O^3$, et la formule de constitution $CH^2OH-CHOH-CH^2OH$, avec deux alcools primaires et un secondaire. Les glycérides sont des esters du glycérol, mono- ou bi- ou triesters, les acides étant des acides gras à haute condensation en carbone.

Or le glycérol a été déjà analysé dans ma Note du 1er décembre 1941, les fréquences étant dues à Houdon et Martin [1]. Il est *a priori* divisible en deux

(1) Houdon et Martin, *Trans. Roy. Soc. Canada*, 21, 1933, p. 91.

parties dont les nombres d'électrons ont une petite différence égale à 2, et les nombres s' d'électrons activés, communs aux deux parties, sont 25, 19 et 13. Or les 15 fréquences de Houdon et Martin, et en particulier la fréquence forte ν 1888, analysée dans la Note de 1941, ont les 3 nombres précédents. De plus, récemment, des fréquences plus petites du glycérol ont été publiées : ν 36, 41, 42, 158 et 670. Le résultat de leur analyse est le suivant :

$$\begin{array}{llll}
\nu\ 1888 = 65d_1/25 \quad -2,0 & & \nu\ 42 = d_1/25 \quad -0,5 \\
\quad = 106d_1/13 \times 3 + 0,2 & & 158 = 17d_1/19 \times 6 - 0,4 \\
\quad 282d_1/19 \times 3 - 1,2 & & 670 = 12d_1/19 \quad -1,0 \\
\nu\ 36 = 2d_1/19 \times 3 - 0,9 & & \quad = 41d_1/13 \times 5 - 0,3 \\
\quad 4d_1/13 \times 9 - 0,3 & & \quad = 63d_1/25 \times 2 + 0,6 \\
\nu\ 41 = d_1/19 \times 2 + 0,1 & &
\end{array}$$

Les nombres s' déduits de la formule se retrouvent nettement dans l'analyse des fréquences.

Parmi les acides gras unis aux alcools, un des plus importants est l'acide oléique des tissus adipeux, qui offre une double liaison et domine dans le beurre. Sa formule de constitution,

$$CH^3(CH^2)^7{-}CH{-}CH\,|\,(CH^2)^7{-}CO{-}OH \qquad \text{avec 158 électrons,}$$

indique la division en deux parties égales

$$23 + 56/56 + 23 \qquad \text{ou} \qquad 79/79.$$

d'où les nombres s' probables d'électrons activables, communs aux deux parties 79, 59 et 39; mais, à ma connaissance, le spectre Raman de cette molécule n'a pas été publié. A noter d'autre part que jusqu'ici l'accord entre les nombres s' déduits de la formule de constitution et de l'analyse des fréquences a été parfait.

Les stérols sont des esters d'acides gras et d'alcools polycycliques: ils sont très répandus dans les végétaux et les animaux. Le plus notable est le cholestérol $C^{27}H^{46}O$, présent dans toutes les parties de notre corps. Son spectre, mesuré par M. Sannié, a été analysé complètement dans ma Note du 1er décembre 1941. Tous les nombres s' d'électrons activables, déduits des groupements variés de ses atomes et de la formule de constitution, 52, 53, 54, 60, 94, 44 et 128, 60 et 88, 63 et 64, 90 et 91, se retrouvent dans les 26 fréquences de la molécule et même dans les 3 fréquences principales.

A ces lipides peu nombreux je joindrai une vitamine et une hormone.

La vitamine antirachitique D_2 a la formule $C^{27}H^{44}O$ avec 214 électrons. Très probablement, son premier nombre s' d'électrons activables est la moitié de 214 ou 107 électrons; tous les électrons de la molécule interviennent, ainsi que dans la grande majorité des molécules étudiées jusqu'ici; puis, si, dans les 3 atomes de la vitamine les 2 électrons voisins du noyau ne sont pas activés, le nombre s' est diminué de 28; et si les deux électrons du sous-anneau suivant ne

sont plus excités, le nombre s' est diminué une seconde fois de 28. Les nombres s' d'électrons activables sont ainsi, 107, 79 et 51.

L'hormone sexuelle mâle, le testostérone, dont la formule brute, $C^{19}H^{28}O^{2}$, annonce 158 électrons; activé dans les mêmes conditions, il aurait les nombres s' d'électrons activables 79, 58 et 37. Mais le spectre Raman de ces deux molécules très intéressantes n'a pas encore été publié à ma connaissance.

Catalyse. — Les catalyses sont tellement nombreuses qu'il est difficile de reconnaître celles qui sont les plus dignes d'être étudiées.

Je présenterai surtout des catalyses dans lesquelles le catalyseur et le catalysé n'ont à première vue aucun point commun et qui sont les plus étonnantes. Ces catalyses sont analogues à celle qui extrait le chlore de l'acide chlorhydrique avec le sulfate de cuivre comme catalyseur. Or le chlore et les fréquences de $CuSO^{3}$ ont en commun les nombres s' d'électrons activables 13, 15 et 17. Cette relation simple, qui peut être la première annoncée entre le catalyseur et le catalysé, a été vérifiée déjà sur 10 catalyses

J'ajoute dans cette Note d'autres catalyses.

Le chlorure d'aluminium anhydre $AlCl^{3}$ est un catalyseur très fécond. Les nombres s' d'électrons activables de Al et Cl sont 1, 3, 9, 11, 13 et 5, 7, 13, 15, 17; le nombre 13 qui leur est commun se retrouve dans les 2 fréquences de $AlCl^{3}$, ν 927 et 1044, qui ont de nombreux s', 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23..., ce qui peut expliquer les nombreuses catalyses assurées par $AlCl^{3}$.

En particulier cette molécule réalise la fixation de l'oxygène sur les carbures aromatiques; avec le benzène elle donne le phénol $C^{6}H^{5}.OH$, qui émet 10 fréquences de ν 41 à ν 1062. Les seules fréquences ν 41 et ν 158 ont les nombres s' 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18.... Le catalyseur et le catalysé ont en commun de multiples nombres s'.

On pourrait ajouter beaucoup d'autres catalyses de $AlCl^{3}$, mais il faudrait avoir en même temps le spectre Raman des molécules formées par la catalyse.

J'ajouterai seulement quelques catalyses discutées en 1925 par des chimistes éminents à l'Institut International de Chimie Solvay.

Armstrong et Hilditch, dans un Mémoire intitulé *Catalyse par les substances solides*, annoncent de curieuses hydrogénations successives avec le nickel comme catalyseur. Je les examine pour reconnaître l'action de la résonance :

le dipentène $C^{10}H^{16}$ devient ainsi du carvomenthène $C^{10}H^{18}$, dont les deux fréquences, ν 297 et 357, donnent à l'analyse les nombres d'électrons activables du nickel (2, 10, 16, 18, 24, 26, 28). La fréquence

$$\nu\,297 = 5d_1/18 = 14d_1/10 \times 5 = 29d_1/26 \times 4,$$
$$\nu\,357 = 27d_1/10 \times 5 = 47d_1/28 \times 5;$$

le carvone $C^{10}H^{14}O$ devient du carvotanacétone $C^{10}H^{16}O$, dont la fréquence ν 800 a les nombres s' 10, 16, 18 et 24 de Ni;

le citral $C^{10}H^{16}O$ devient du citronellal $C^{10}H^{18}O$, dont les fréquences ν 531 et 862 offrent tous les nombres s' du nickel $\nu\,531 = d_1/2/531,2) - 0,2$;

le géraniol $C^{10}H^{28}O$ devient du citronellol $C^{10}H^{20}O$, dont la fréquence ν 501 a aussi tous les nombres s' du nickel;

le linalol $C^{10}H^{18}O$ devient du dihydrolinalol $C^{10}H^{20}O$, dont le spectre Raman ne m'est pas connu.

Armstrong et Hilditch écrivent que certaines de ces réactions catalytiques sont dues à des forces qu'il est impossible de distinguer de ce qu'on appelle habituellement « l'affinité chimique ».

Certes l'affinité chimique peut jouer un rôle important, mais l'action de la résonance n'est pas négligeable et il est probable qu'elle intervient dans toutes les catalyses.

La Note suivante sera consacrée aux protides et aussi à la catalyse.

NOMINATIONS.

Le **Directeur** de l'**Institut Pasteur** invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour la représenter à la cérémonie qui aura lieu le mardi 3 juillet 1945, à cet Institut, pour commémorer le *centième anniversaire* de la naissance d'Élie Metchnikoff.

M. **Maurice Caullery** est délégué.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **René Fortrat** est élu Correspondant pour la Section de Physique générale en remplacement de M. *Charles Eugène Guye*, décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Conférence internationale des Africanistes de l'Ouest. *Compte rendu de la première réunion.* Dakar, 19-25 janvier 1945.

2° Constantin Levaditi. *Précis de virologie médicale* (présenté par M. G. Ramon).

ALGÈBRE. — *Sur les polynomes dont les zéros sont symétriques par rapport à un contour circulaire.* Note de M. **Germán Ancochea**, présentée par M. Paul Montel.

1. Théorème A. — *Si $f(x)$ est un polynome de degré n dont les zéros sont symétriques par rapport à la circonférence-unité* C, *on a*

$$\left|\frac{f'(x)}{f(x)}\right| \geq \frac{n}{2},$$

pour tous les points de C.

Soit en effet x_0 un point quelconque de C; posons

$$(1)\qquad \frac{f'(x_0)}{f(x_0)}=\sum_{1}^{n}\frac{1}{x_0-\alpha_i},$$

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ désignant les zéros de $f(x)$. Les termes du second membre de (1), correspondant à des zéros symétriques par rapport à C, ont pour affixes des points symétriques par rapport à la droite d'équation

$$x_0 x + \overline{x}_0 \overline{x} - 1 = 0,$$

transformée de C, dont l'équation est $x\overline{x}=1$, par la substitution $[1/(x_0-x), x]$, droite dont la distance à l'origine est $1/2|x_0| = 1/2$.

La moyenne arithmétique des termes de (1) étant sur cette droite, la somme vérifie évidemment l'inégalité de l'énoncé.

La limite inférieure $n/2$ est atteinte dans le cas, et seulement dans le cas où $f(x)$ a ses zéros alignés sur une même droite.

2. Le contenu qualitatif du théorème précédent peut être exprimé par le :

Théorème A_1. — *Si $f(x)$ est un polynome dont les zéros sont symétriques par rapport à la circonférence-unité* C, *il n'existe, sur* C, *d'autres zéros de $f'(x)$ que ceux qui correspondent aux zéros multiples de $f(x)$.*

Sous cette forme il est à rapprocher du théorème de Rolle : les deux théorèmes concernent la position des zéros de la dérivée d'un polynome dont les zéros sont symétriques par rapport à un contour circulaire (circonférence et droite respectivement).

3. La relation que nous venons de signaler apparaîtra plus nette à l'aide des considérations suivantes :

Rappelons que l'on désigne par le nom de *dérivée* d'un polynome $f(x)$, de degré n, par rapport à un point ξ, le polynome

$$(\xi - x)f'(x) + nf(x) \quad [1]$$

et que ce polynome est un *covariant* de $f(x)$ pour les transformations linéaires de la variable complexe x. Rappelons aussi que la dérivée par rapport au point à l'infini coïncide avec la dérivée ordinaire.

Pour le théorème de Rolle, le point à l'infini appartient au contour circulaire dont il est question (l'axe réel); pour le théorème A_1 au contraire, il ne lui appartient pas.

Ce qui précède et les propriétés connues des transformations linéaires d'une variable complexe permettent d'énoncer un théorème qui comprend celui de Rolle et le théorème A_1 sous la forme, la plus générale, invariante pour les-dites transformations [2]. C'est le :

---

[1] *Cf.* Pólya-Szegö, *Aufgaben und Lehrsätze aus der Analysis*, Berlin, 1925, Bd. 2, p. 61.

[2] Laguerre a donné le théorème de Rolle sous forme invariante pour les transformations linéaires réelles (*Comptes rendus*, 78, 1874, p. 278. *Œuvres*, 1, pp. 48-50).

THÉORÈME. — *Soient* Γ *un contour circulaire du plan de Cauchy,* $f(x)$ *un polynome de degré* n, *ayant ses zéros symétriques par rapport à* Γ, *et*

(2) $$(\xi - x)f'(x) + nf(x)$$

la dérivée de $f(x)$ *par rapport au point* ξ :

1° *si* ξ *est situé sur* Γ, ξ *et les zéros de* (2) *séparent, sur* Γ, *les zéros de* $f(x)$;

2° *si* ξ *n'est pas sur* Γ, *il n'existe, sur* Γ, *d'autres zéros de* (2) *que ceux qui correspondent aux zéros multiples de* $f(x)$.

Remarque sur la Note précédente,
par M. PAUL MONTEL.

L'inégalité établie dans le théorème A est aussi valable dans le cas à tous les zéros du polynome $f(x)$ sont intérieurs à C, comme il résulte d'une égalité due à M. J. L. Walsh :

$$\frac{f'(x_0)}{f(x_0)} = \frac{n}{x_0 - \xi},$$

x_0 désignant l'affixe d'un point non intérieur à C et ξ l'affixe d'un point non extérieur à C. On a donc

$$\left|\frac{f'(x_0)}{f(x_0)}\right| \geqq \frac{n}{1 + |x_0|},$$

l'égalité n'étant atteinte que lorsque $f(x_0)$ admet le point $-(x_0/|x_0|)$ comme zéro multiple d'ordre n. Si x_0 est sur la circonférence C, on a

$$\left|\frac{f'(x_0)}{f(x_0)}\right| \geqq \frac{n}{2}.$$

Ce résultat n'est pas modifié si $f(x)$ a, en plus des zéros intérieurs à C, des couples de zéros symétriques par rapport à C. On obtient ainsi le

THÉORÈME A'. — *Si le polynome* $f(x)$, *de degré* n, *n'admet que des zéros intérieurs à* C *et des couples de zéros symétriques par rapport à* C, *on a l'inégalité*

$$\left|\frac{f'(x_0)}{f(x_0)}\right| \geqq \frac{n}{2},$$

x_0 *désignant l'affixe d'un point de* C.

TOPOLOGIE. — *Théorème de dualité pour le polyèdre infini.*
Note de M. GEORGE CHOGOSHVILI, présentée par M. Élie Cartan.

1. Dans plusieurs questions de la théorie d'homologie il est indispensable de faire usage non seulement des notions ordinaires du spectre inverse de groupes bicompacts et du spectre direct de groupes discrets [1], mais aussi de la notion du spectre inverse de groupes discrets, ainsi que de celle du spectre direct de

---

[1] Voir P. ALEXANDROFF, *Trans. Amer. Math. Soc.*, 49, 1941.

groupes bicompacts (²). Comme cela arrive dans la question qui nous intéresse, nous allons commencer par la définition des groupes limites de tels spectres.

Soit $\{B_\alpha, \pi_\beta^\alpha\}$ un spectre direct des groupes bicompacts B_α avec des homomorphismes π_β^α, $\pi_\beta^\alpha B_\alpha \subset B_\beta$. Considérons le spectre $\{A_\alpha, \sigma_\alpha^\beta\}$ des groupes discrets A_α réciproques avec B_α pour chaque α, avec les homomorphismes σ_α^β, $\sigma_\alpha^\beta A_\beta \subset A_\alpha$, conjugués à π_β^α, c'est-à-dire tels que $(a_\beta, \pi_\beta^\alpha b_\alpha) = (\sigma_\alpha^\beta a_\beta, b_\alpha)$ si $a_\beta \in A_\beta$, $b_\alpha \in B_\alpha$. Désignons par A le groupe limite (discret) du spectre $\{A_\alpha, \sigma_\alpha^\beta\}$ et par A_α^0 son sous-groupe formé par tous les éléments de A_α qui sont des coordonnées des éléments de A. Soit B_α^0 l'annulateur du sous-groupe A_α^0 dans B_α. A_α^0 et le groupe complémentaire $B_\alpha - B_\alpha^0 = C_\alpha$ sont alors les groupes réciproques, c'est-à-dire les groupes des caractères l'un de l'autre (³). Les groupes C_α forment le spectre direct $\{C_\alpha, \rho_\beta^\alpha\}$ des groupes bicompacts avec les isomorphismes ρ_β^α de C_α dans C_β induits d'une façon naturelle par π_β^α. On définit le groupe limite C du spectre $\{C_\alpha, \rho_\beta^\alpha\}$ de la manière suivante. Les éléments de C sont des *faisceaux* $c = \{c_\alpha\}$ qu'on obtient en choisissant de tout C_α un élément c_α de telle façon qu'on ait $c_\beta = \rho_\beta^\alpha c_\alpha$. L'opération du groupe est introduite au moyen de la formule $c^1 + c^2 = \{c_\alpha^1 + c_\alpha^2\}$. Pour introduire la topologie dans le groupe C nous choisissons un système fini $a^i = \{a_\alpha^i\}$, $i = 1, \ldots, n$, $a_\alpha^i \in A_\alpha$, d'éléments de A et un voisinage W du zéro du groupe complémentaire K du groupe des nombres réels par rapport au sous-groupe des nombres entiers. Le système a_α^i, $i = 1, \ldots, n$, et le voisinage W définissent un voisinage U_α du zéro dans le groupe C_α considéré comme le groupe des caractères du groupe A_α^0. On définit maintenant le voisinage U du zéro de C correspondant au système a^i et au voisinage W comme l'ensemble des éléments $c = \{c_\alpha\}$ de C qui satisfont à la condition $c_\alpha \in U_\alpha$. C est alors un groupe topologique. Définissons la multiplication des éléments de A par ceux de C en posant (a, c), $a = \{a_\alpha\} \in A$, $c = \{c_\alpha\} \in C$, égal à (a_α, c_α). Alors A est le groupe de tous les caractères du groupe C, tandis que C est le groupe de certains caractères de A et un sous-groupe partout dense du groupe des caractères $\overline{C}$ du groupe A. C'est ce groupe C qu'on regarde comme le groupe limite du spectre $\{B_\alpha, \pi_\beta^\alpha\}$.

2. Soit P un polyèdre courbe infini (⁴) situé dans un espace sphérique à n dimensions S^n, et soit $B^r(P, G)$ son groupe de Betti r-dimensionnel, à cycles finis et à homologies finies, par rapport à un champ de coefficients discrets G.

Considérons des cycles $Z^s = (Z_1^s, \ldots, Z_m^s, \ldots)$ au sens de Vietoris, avec des coefficients qui varient dans un champ de coefficients bicompacts Θ, chacun des Z^s

(²) Voir G. Chogoshvili, *C. R. Acad. Sci. U. R. S. S.*, 46, IV, 1945.

(³) Voir L. Pontrjagin, *Topological Groups*, 1939.

(⁴) Alexandroff-Hopf, *Topologie*, 1, 1935, p. 149.

étant situé dans un sous-ensemble compact Q_z de l'ensemble $Q = S^n - P$. Nous dirons qu'un Z^s est homologue à zéro, $Z^s \sim O$, s'il existe un compactum $\tilde{Q}_z$, $Q_z \subset \tilde{Q}_z \subset Q$, sur lequel Z^s est $\sim O$ au sens ordinaire. On introduit l'algèbre et la topologie dans l'ensemble des classes d'homologie de tels cycles par le même procédé que celui que L. Pontrjagin emploie au cas où Q est compact ([5]). Le groupe obtenu $B^s(Q, \Theta)$ sera nommé groupe de Betti *s*-dimensionnel de l'espace Q par rapport à Θ.

Soient h_P et h_Q deux éléments respectifs de $B^r(P, G)$ et de $B^{n-r-1}(Q, \Theta)$, les groupes G et Θ étant réciproques, et soient ζ^r un cycle de h_P et Z^{n-r-1} un cycle de h_Q. Le cycle ζ^r étant considéré comme un cycle de l'ensemble ouvert $S^n - Q_z$ nous définissons le produit (h_P, h_Q) comme égal au coefficient d'enlacement de ζ^r et de Z^{n-r-1}.

On a le

THÉORÈME. — *Le groupe* $B^{n-r-1}(Q, \Theta)$ *est un groupe bicompact. Les groupes* $B^r(P, G)$ *et* $B^{n-r-1}(Q, \Theta)$ *sont réciproques : comme produit des classes d'homologie* $h_P \in B^r(P, G)$ *et* $h_Q \in B^{n-r-1}(Q, \Theta)$ *on peut prendre le coefficient d'enlacement des cycles* $\zeta^r \in h_P$ *et* $Z^{n-r-1} \in h_Q$.

La démonstration de ce théorème s'appuie sur la considération du spectre direct des groupes bicompacts et sur le théorème suivant :

THÉORÈME. — *Le polyèdre infini est la rétracte de ses voisinages suffisamment petits.*

Soit $\{U_\alpha\}$ un système des voisinages U_α se rétractant sur P, tel que pour chaque compactum Q' on peut trouver un U_α satisfaisant à la condition $U_\alpha \cap Q' = 0$. Le groupe $B^{n-r-1}(S^n - U_\alpha, \Theta)$ peut être représenté comme la somme directe des groupes bicompacts $B_\star^{n-r-1}(S^n - U_\alpha, \Theta)$ et $S^{n-r-1}(S^n - U_\alpha, \Theta)$, dont le premier est réciproque avec $B^r(P, G)$. En faisant correspondre à tout élément h_α de $B_\star^{n-r-1}(S^n - U_\alpha, \Theta)$ l'élément h_β de $B^{n-r-1}(S^n - U_\beta, \Theta)$, $U_\alpha \supset U_\beta$, qui contient les cycles de h_α, on obtient une transformation isomorphe E_β^α du groupe $B_\star^{n-r-1}(S^n - U_\alpha, \Theta)$ dans le groupe $B_\star^{n-r-1}(S^n - U_\beta, \Theta)$. Désignons par $B_\star$ le groupe limite du spectre direct des groupes bicompacts $\{B_\star^{n-r-1}(S^n - U_\alpha, \Theta), E_\beta^\alpha\}$. Le groupe $B_\star$ est d'un côté réciproque au groupe $B^r(P, G)$ et de l'autre isomorphe à $B^{n-r-1}(Q, \Theta)$; les éléments qui se correspondent dans cet isomorphisme présentent le même caractère du groupe $B^r(P, G)$, réalisé par le coefficient d'enlacement des cycles des classes multipliés entre eux des groupes $B^r(P, G)$ et $B^{n-r-1}(Q, \Theta)$.

([5]) *Ann. of Math.*, 35, 1945, p. 904.

CALCUL SYMBOLIQUE. — *Application du calcul symbolique à la résolution d'une équation de Volterra dont le noyau n'appartient pas au groupe du cycle fermé.* Note [1] de M. **Maurice Parodi.**

Soit à résoudre l'équation intégrale

(1) $$\int_0^t J_0(\sqrt{t^2-x^2})f(x)\,dx = g(t),$$

$f(x)$ étant la fonction inconnue et $J_0(\lambda)$ la fonction de Besssel de première espèce d'ordre zéro.

Posons

$$J_0(\sqrt{t^2-x^2})\,u(x-t) = F(x, t),$$

la fonction $u(x-t)$ étant telle qu'elle soit identiquement nulle pour $x>t$ et égale à 1 pour $x<t$. Dans ces conditions l'équation (1) peut être remplacée par

(2) $$\int_0^\infty F(x, t)f(x)\,dx = g(t).$$

En faisant une transformation de Carson relative à la variable t, avec la forme que revêt $F(x, t)$, on peut écrire la correspondance

$$F(x, t) = J_0(\sqrt{t^2-x^2})\,u(x-t) \supset \frac{p\,e^{-x\sqrt{p^2+1}}}{\sqrt{p^2+1}}.$$

Cela étant, effectuons une transformation de Carson sur les deux membres de (2); en posant

$$\theta(p)\subset g(t),$$

il vient

$$\frac{p}{\sqrt{p^2+1}}\int_0^\infty e^{-x\sqrt{p^2+1}}f(x)\,dx = \theta(p)$$

ou, si $\varphi(p)\subset f(t)$,

$$\frac{p}{p^2+1}\varphi(\sqrt{p^2+1}) = \theta(p)$$

Posons

$$\sqrt{p^2+1} = q,$$

il vient

(3) $$\varphi(q) = \frac{q^2}{\sqrt{q^2-1}}\theta(\sqrt{q^2-1}),$$

en prenant la détermination positive de p.

Cherchons l'original de

$$\frac{q^2}{\sqrt{q^2-1}}\theta(\sqrt{q^2-1}).$$

---

[1] Séance du 18 juin 1945.

Considérons la fonction de Bessel modifiée de première espèce d'ordre zéro $I_0(\lambda)$; on a la correspondance

$$I_0(\sqrt{t^2-x^2})\,u(x-t) \supset \frac{p\,e^{-t\sqrt{p^2-1}}}{\sqrt{p^2-1}}.$$

On en déduit

$$\int_0^t I_0(\sqrt{t^2-x^2})\,g(x)\,dx = \int_0^\infty I_0(\sqrt{t^2-x^2})\,u(x-t)\,g(x)\,dx$$

$$\supset \frac{p}{\sqrt{p^2-1}}\int_0^\infty e^{-x\sqrt{p^2-1}}\,g(x)\,dx = \frac{p}{p^2-1}\,\theta(\sqrt{p^2-1}).$$

Or (3) peut s'écrire

$$\varphi(q) = q(q^2-1)\frac{1}{q}\,\frac{q}{\sqrt{q^2-1}}\,q\,\frac{\theta(\sqrt{q^2-1})}{q^2-1}.$$

Comme

$$\frac{q}{\sqrt{q^2-1}} \subset I_0(t),$$

on a, tout d'abord,

$$\frac{1}{q}\,\frac{q}{\sqrt{q^2-1}}\,q\,\frac{\theta(\sqrt{q^2-1})}{q^2-1} \subset \int_0^t I_0(t-\lambda)\left[\int_0^\infty I_0(\sqrt{\lambda^2-x^2})\,u(x-\lambda)\,g(x)\,dx\right]d\lambda$$

$$= \int_0^t I_0(t-\lambda)\left[\int_0^\lambda I_0(\sqrt{\lambda^2-x^2})\,g(x)\,dx\right]d\lambda.$$

Compte tenu des règles symboliques de dérivation, il vient ensuite

$$(4)\qquad f(t) = \left(\frac{d^3}{dt^3}-\frac{d}{dt}\right)\left(\int_0^t I_0(t-\lambda)\left[\int_0^\lambda I_0(\sqrt{\lambda^2-x^2})\,g(x)\,dx\right]d\lambda\right),$$

à condition que $g(0)=0$.

MAGNÉTISME. — *Ferromagnétisme et paramagnétisme du dysprosium métallique.* Note de M. **Félix Trombe**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le gadolinium (n° atomique 64), isolé en 1935 (1), présente un point de Curie ferromagnétique à 16° C ± 2 et, vers les basses températures, tous les caractères d'un ferromagnétisme intense (2) ($\sigma_{H_\infty, 0^\circ K} = 253{,}5$ U. C. G. S.).

En 1937 (3) et 1939 (4), Klemm et Bommer obtiennent, par action d'un métal alcalin sur différents chlorures rares, les métaux pulvérulents correspondants, dispersés dans une gangue inséparable de chlorures alcalins. Ils déterminent des points de Curie paramagnétiques positifs pour le terbium, le dysprosium, l'holmium et l'erbium. Au-dessous de ces points, une sensibilité

(1) F. Trombe, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 459.

(2) G. Urbain, P. Weiss et F. Trombe, *ibid.*, **200**, 1935, p. 2132.

(3) W. Klemm et H. Bommer, *Z. anorg. allgem. Chem.*, **231**, 1937, p. 138.

(4) H. Bommer, *ibid.*, **242**, 1939, p. 277.

au champ agissant est le seul indice de ferromagnétisme observé. Avec les champs utilisés (300 à 540 Oe) aucun point de Curie ferromagnétique n'apparaît.

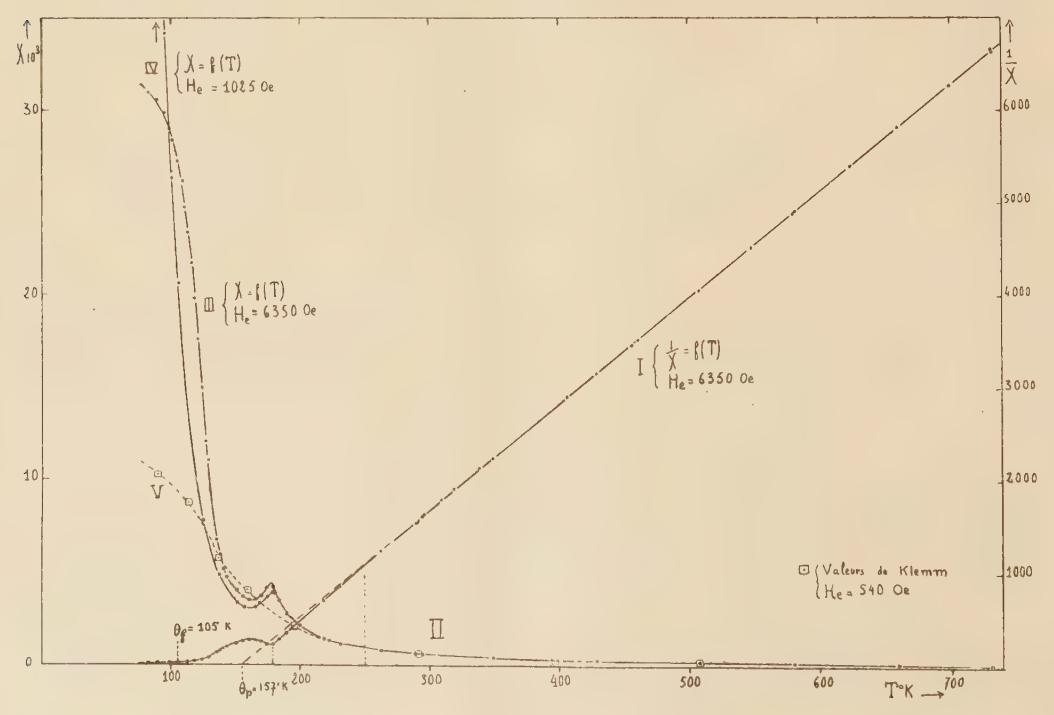
Dans le groupe des terres rares, d'après les résultats précédents, seul le gadolinium semblait être véritablement ferromagnétique.

J'ai isolé récemment ([5]), à partir de son alliage avec le cadmium, du dysprosium pur, métal compact et malléable, particulièrement traité pour éliminer les traces de fer.

Son étude thermomagnétique, effectuée dans une ampoule de quartz scellée, avec la balance à translation de Foëx et Forrer ([6]), donne des résultats (courbes I, II, III, IV) entièrement différents, à basse température, de ceux indiqués par Klemm (courbe V).

Entre 730 et 250° K., le dysprosium est paramagnétique. Sa constante de Curie atomique est égale à $C_a = 14{,}090$. Le moment conventionnel, calculé par la formule de Langevin, est de 10.64 μ_B (52,6 μ_W). Il est très sensiblement égal à celui de l'ion Dy^{+++}, 10,6 μ_B. Le point de Curie paramagnétique θ_p est à 157°K.

Klemm, dans la région paramagnétique, trouve 10,9 μ_B et $\theta_p = 150$°K.



Au-dessous de 250° K., la susceptibilité χ croît plus vite que ne l'impliquerait la variation paramagnétique précédente. A 179 ou 177° K., suivant le champ

([5]) *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 603.

([6]) *Journ. de Physique*, 6e série, 7, 1926, p. 180.

utilisé (1025 ou 6350 Oe), on observe un maximum très accusé indépendant du sens de variation de la température. A partir de ce maximum, la valeur de χ dépend du champ; elle décroît, passe par un minimum vers 160° K. et croît ensuite d'autant plus brusquement que le champ agissant (entre 250 et 8775 Oe), est plus faible.

Le point de Curie ferromagnétique θ_f se déplace vers les basses températures quand le champ décroît. La variation du carré des aimantations dans 250 Oe permet de le situer à 105° K. $\pm$ 3. Au-dessous de θ_f le dysprosium présente des effets de rémanence et de saturation. A 88° K les valeurs de $\chi\,10^6$ varient de 51200, dans 1025 Oe à 24500, dans 8775 Oe.

L'écart entre les deux points de Curie ($\theta_p - \theta_f = 52°$) est anormalement grand. L'anomalie observée à 179° K, anomalie dont la nature ne peut être encore précisée, est probablement responsable de ce résultat.

L'étude complète du ferromagnétisme du dysprosium et notamment la détermination de son moment absolu nécessitera l'emploi de très basses températures et de champs élevés.

Il semble dès maintenant établi que, contrairement aux conclusions de Klemm, le dysprosium présente à basse température, comme le gadolinium, les principaux caractères d'un élément ferromagnétique.

FERROMAGNÉTISME. — *Sur la théorie du transformateur.* Note de M. **Pierre Bricout**, présentée par M. Charles Fabry.

Le fonctionnement d'un transformateur alimenté par une f. é. m. sinusoïdale $u_1 = U_1 \sin \omega t + V_1 \cos \omega t$ est représenté par les deux équations bien connues

$$u_1 = R_1 i_1 + l_1 \frac{di_1}{dt} + 10^{-8} n_1 \frac{d\Phi}{dt}, \tag{1}$$

$$0 = R_2 i_2 + l_2 \frac{di_2}{dt} + 10^{-8} n_2 \frac{d\Phi}{dt}, \tag{2}$$

qui contiennent les intensités primaire et secondaire i_1 et i_2 ainsi que le flux Φ (supposé conservatif) qui parcourt le circuit magnétique. Pour détérminer ces trois quantités, il faut connaître en outre la relation qui lie le flux aux ampères-tours magnétisants.

J'ai montré (1) que le cycle dynamique décrit par un circuit magnétique pouvait être représenté dans la plupart des cas par des formules du type

$$\mathcal{H} = \frac{4\pi}{10 l}(n_1 i_1 + n_2 i_2) = A + B \operatorname{sh} C\mathcal{B} + D\, e^{F(\mathcal{B} \pm \mathcal{B}_m)}. \tag{3}$$

Comme

$$\Phi = \mathcal{B} S \qquad \text{(S, section droite du circuit)}, \tag{4}$$

---

(1) *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 244.

l'élimination de $\mathcal{B}$ et Φ entre (1), (2), (3), (4) fournit deux équations à deux inconnues i_1 et i_2, qui déterminent les intensités primaire et secondaire (et leurs harmoniques), *compte tenu des propriétés du circuit magnétique*.

La détermination de i_1 et i_2 s'effectue très facilement dans le cas où R_1 et l_1 sont nuls. L'équation (1) montre que $\mathcal{B}$ est alors une fonction sinusoïdale du temps, et les formules contenues dans la Note précitée fournissent les coefficients $I_{2\nu+1}$ et $J_{2\nu+1}$ du développement en série de Fourier de $n_1 i_1 + n_2 i_2$ soit

$$(5) \qquad n_1 i_1 + n_2 i_2 = n_1 \sum_\nu [I_{2\nu+1} \sin(2\nu+1)\omega t + J_{2\nu+1} \cos(2\nu+1)\omega t].$$

De (1), (2) et (5), on déduit les valeurs exactes des coefficients i_{1k}, i_{2k}, j_{1k}, j_{2k} du développement en série de Fourier de i_1 et i_2

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} i_{2k} &= -\tau \frac{R_2 U_k + k l_2 \omega V_k}{R_2^2 + k^2 l^2 \omega^2}, & j_{2k} &= -\tau \frac{R_2 V_k - k l_2 \omega U_k}{R_2^2 + k^2 l^2 \omega^2}, \\ i_{1k} &= I_k - \tau i_{2k}, & j_{1k} &= J_k - \tau j_{2k} \end{aligned} \right.$$

avec

$$k = 2\nu + 1, \qquad \tau = \frac{n_2}{n_1}.$$

Dans le cas, toujours réalisé en pratique, où $R_1 i_1$ et $l_1\, di_1/dt$ sont petits par rapport à u_1, on peut les considérer comme des termes correctifs de u_1 et les évaluer avec une précision suffisante en utilisant la valeur $i_1^\star$ de i_1 calculée plus haut. Le fonctionnement du transformateur est alors identique à celui d'un appareil dont l'enroulement primaire, sans résistance ni fuites magnétiques, serait soumis à la tension $u_1 - R_1 i_1 - l_1 (di_1/dt)$ que l'on confond avec

$$u_1 - R_1 i_1^\star - l_1 \frac{di_1^\star}{dt}.$$

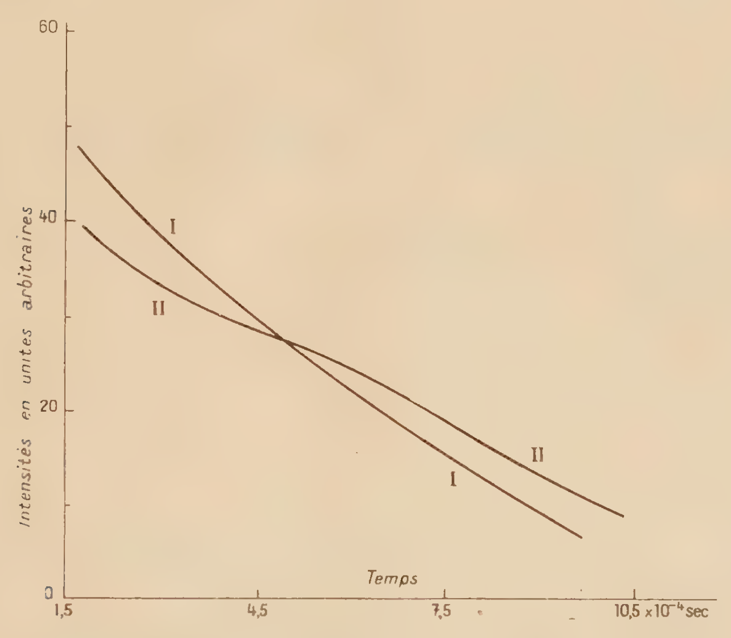
Ces résultats permettent de calculer un transformateur lorsqu'on se donne les tensions primaires et secondaires, la puissance maximum, le rendement et *le cycle décrit par les tôles à pleine charge*. On détermine d'abord, par des considérations de rendement et de construction, n_2, R_1, l_1, R_2, l_2, puis on fait une première approximation en posant, comme plus haut, $R_1 = l_1 = 0$. On en déduit une valeur approchée $n_1^\star$ du nombre de spires primaires et du courant primaire de pleine charge $i_1^\star$.

La seconde approximation consiste à appliquer au primaire, toujours supposé sans résistance, la tension composée $u_1 - R_1 i_1^\star - l_1 (di_1^\star/dt)$. On obtient alors la valeur exacte n_1 du nombre de spires primaires et, par les formules (6), les amplitudes et les phases des intensités, des tensions *et de leurs harmoniques*. Le contrôle de la méthode s'effectue par l'établissement du bilan énergétique du transformateur. Celui-ci s'équilibre à un ou deux millièmes près, établissant la valeur d'un procédé de calcul, *qui introduit directement toutes les propriétés du fer*.

SPECTROSCOPIE — *Sur la variation de la répartition d'intensité dans le spectre de phosphorescence de l'argon.* Note ([1]) de M. **Louis Herman** et Mme **Renée Herman**, présentée par M. Charles Fabry.

Les propriétés électriques de l'argon phosphorescent ont déjà été étudiées par C. Kenty ([2]). L'excellente synchronisation obtenue dans le phosphoroscope de P. Lejay ([3]) permet de se rapprocher davantage de la fin de la décharge et d'observer l'effet de la vitesse des électrons sur la composition spectrale de la phosphorescence.

L'examen visuel montre déjà que la couleur de la phosphorescence passe du rose au blanc lorsque le temps s'écoule; l'étude par photométrie photographique permet de montrer, en outre, que l'intensité des diverses raies d'arc ne varie pas de la même façon avec le temps.



Courbe I, variation d'intensité de la raie 4200 Å (4200,7 Å + 4198,3 Å).
Courbe II, variation d'intensité de la raie 6032,1 Å.

La figure montre, à titre d'exemple, la variation d'intensité des raies 4200 Å [composée de deux raies 4200,7 Å ($2s_5$-$3p_9$) et 4198,3 Å ($2s_4$-$3p_5$)] et 6032,1 Å ($2p_9$-$5d'_4$) en fonction du temps écoulé à partir de l'arrêt de la décharge. Les intensités de la raie 6032,1 Å ont été multipliées par un facteur

([1]) Séance du 18 juin 1945.

([2]) *Phys. Rev.*, **32**, 1928, p. 624.

([3]) *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 69.

convenable de façon à amener en coïncidence les intensités des deux raies pour $t = 4{,}9 . 10^{-4}$ seconde.

On constate que l'intensité de la raie 6032,1 Å décroît, en moyenne, plus lentement que celle de la raie 4200 Å. Ainsi les raies vertes, qui, pour la plupart, appartiennent aux transitions (*p-d*), augmentent d'intensité par rapport aux raies rouges (*s-p*). Ceci confirme et explique la variation, avec le temps, de la couleur du spectre de phosphorescence. L'évolution que subit le spectre d'arc au moment de l'arrêt de la décharge [exaltation des raies (*p-d*) par rapport aux raies (*s-p*)] semble ainsi se poursuivre pendant la phosphorescence, quoique beaucoup plus lentement.

Si l'on calcule, à partir des données de la figure, les coefficients de recombinaison α en admettant une réaction du second ordre et en négligeant l'effet de la paroi, on trouve que :

1° pour les deux raies, α varie d'abord lentement, puis croît rapidement avec le temps t;

2° α est toujours plus grand pour 4200 Å que pour 5032,1 Å;

3° le rapport des α correspondant à ces deux raies croît en moyenne avec t.

On peut rendre compte qualitativement des faits expérimentaux ci-dessus; en effet une transition telle que (*s-p*), par exemple, peut s'effectuer par recombinaison de deux façons différentes :

a. soit par suite de la formation directe du terme supérieur *p*, avec émission d'un spectre continu (pouvant être très faible);

b. soit par suite d'une descente en cascade [avec émission de la raie (*p-d*)] à partir d'un état élevé *d* formé lui-même par recombinaison.

La valeur de α réellement observée est la somme des α intervenant dans les deux processus.

On sait d'autre part que, dans le processus *a*, les coefficients de recombinaison ont des valeurs du même ordre de grandeur pour les faibles vitesses électroniques, mais, lorsque la vitesse des électrons augmente, ces coefficients décroissent d'autant plus vite que l'énergie du terme est plus élevée ([4]). Si l'on admet que, pendant la phosphorescence de l'argon, la vitesse moyenne des électrons décroît avec le temps, le rapport des coefficients de recombinaison pour les raies 6032,1 Å et 4200 Å ira en croissant, provoquant une augmentation relative de l'intensité de la première raie, en accord avec les observations.

Il est intéressant de rapprocher les données expérimentales ci-dessus des observations faites sur les raies interdites de l'oxygène et de l'azote atomiques dans les aurores de haute altitude ([5]). Dans ces aurores le spectre atomique semble résulter d'une faible excitation, les raies les plus intenses correspondant aux termes les plus bas, alors que le spectre moléculaire de l'azote correspond,

---

([4]) M. STOBBE, *Annalen der Physik*, 5e série, 7, 1930, p. 661.

([5]) J. DUFAY, *Annales d'Astrophysique*, 6, III-IV, juillet-octobre 1943.

au contraire, à une forte excitation, puisque le premier système négatif y est de beaucoup le plus intense. Cette contradiction apparente disparaît si l'on admet, aussi bien pour les molécules ([6]) que pour les atomes, que l'excitation provient d'une recombinaison des ions avec des électrons relativement rapides.

RAYONS X. — *Remarques sur les émissions* $K\alpha_1$ *et* α_2 *de l'aluminium et l'unité* X. Note ([1]) de Mlle **Yvette Cauchois.**

Au cours de la mise au point d'un spectrographe *universel* à cristaux courbés ([2]), j'ai analysé le spectre K de l'aluminium. Le tableau rappelle les principales mesures, déjà connues, du doublet $K\alpha$. Elles sont de deux types : celles par réseaux lignés qui fournissent, dans l'échelle métrique, la longueur d'onde moyenne du doublet non résolu ; et celles par cristaux, qui peuvent donner, en unités X, les composantes du doublet résolu. On retient comme l'une des meilleures expressions de l'unité X en angströms le rapport entre la valeur de Tyren et celle de Haglund pour $AlK\alpha$, soit $k_\lambda = 1{,}00202 \cdot 10^{-3}$. Cependant l'écart entre les déterminations de Haglund (par quartz plan) et celles de Shearer (par mica concave) est de l'ordre de la séparation même du doublet, dix fois plus grande que l'erreur estimée par chacun.

	$AlK\alpha_1\alpha_2$ λÅ.		λU.X.			
	E. Bäcklin ([2]) réseau plan.	F. Tyrén ([3]) réseau concave.	P. Haglund ([4]) gypse ou mica ; quartz plans.		M. Siegbahn ([4]) mica concave.	J. Shearer ([5]) mica concave.
α_2	$8{,}33^{95}$	$8{,}33^{97} \pm 3 \cdot 10^{-4}$	8.322,90 ± 0,20	8324,62 ± 0,20	8324,59	8322,35 ± 0,25
α_1				8322,18	8322,19	8319,88 ± 0,07
L'auteur mica concave	$K\alpha_2$	Al *pur*	$8323{,}8_2$	Duraluminium	$8324{,}7_2$	U.X. ± 0,2
	$K\alpha_1$		$8321{,}3_7$		$8322{,}3_2$	

On pouvait craindre que cet écart ne soit dû à l'emploi, par Shearer, de micas courbés selon la technique de Johann, dont notre spectrographe devait également faire usage ; quoique, d'après Haglund lui-même, Siegbahn ait obtenu, par mica concave, des nombres très voisins des siens.

J'ai pris des spectres $AlK\alpha$ (peu exposés afin d'éviter les élargissements et les satellites) avec un mica concave de 25^cm de rayon, en 2e ordre. Avant chaque pose (quelques secondes à quelques minutes) la surface de l'anticathode, en

([6]) Mme Renée Herman, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 878.

([1]) Séance du 11 juin 1945.

([2]) *Journ. de Phys.*, 8e série, 6, 1945, p. 89.

([3]) *Dissertation*, Uppsala, 1938.

([4]) *Dissertation*, Uppsala, 1940.

([5]) *Zeits. f. Phys.*, 94, 1935, p. 369.

([6]) *Phil. Mag.*, 21, 1936, p. 501.

aluminium pur ou en duraluminium, est soigneusement nettoyée. Avec un gypse concave donnant 26,4 U.X./mm, N. G. Johnson [7] ne résout pas $\alpha_1\alpha_2$; ici, sous 43,7 U.X./mm, elles sont nettement séparées. J'ai pu employer comme raie de référence Cr K β_1, très proche mais bien distincte de α_1, ainsi que Ni K α_1. Le spectre est photographié sur plaque tangente au cylindre de focalisation, au voisinage de la tangente. Les longueurs d'onde sont calculées d'après

$$\lambda = \frac{2d_n}{n}\sin\varphi$$

et

$$\varphi = \text{arc sin}\frac{n_1\lambda_1}{2d_{n_1}} + \frac{b}{a}\left(\text{arc sin}\frac{n_2\lambda_2}{2d_{n_2}} - \text{arc sin}\frac{n_1\lambda_1}{2d_{n_1}}\right).$$

Ici λ_1 et λ_2 sont relatives à Ni K α_1 et Cr K β_1; j'ai pris $\lambda_1 = 1654,505$ et $\lambda_2 = 2080,597$ U.X. [8]; n_1 est égal à 10, n_2 à 8 et n à 2. Les nombres a et b sont les distances respectives de la raie à mesurer et de Cr β_1 à Ni α_1. Pour Al α_1 et α_2, b est très légèrement supérieur à a (extrapolation). Faute de données pour la lame de mica employée, j'ai admis pour les d_n les valeurs dues à A. Larsson [9], sans tenir compte de la dispersion anomale [5]. Cependant les études de Charles Mauguin [10] ont montré que les constantes réticulaires prennent des valeurs différentes d'une espèce de mica à une autre. Cette cause d'erreur semble avoir été jusqu'ici négligée par les spectroscopistes. J'ai constaté que les constantes de Larsson permettent de situer Ni K α_1 et Cr K β_1 sur mes spectres avec une précision meilleure que 3′; c'est-à-dire que les constantes de la lame sont égales à celle de la lame de Larsson à mieux que 3.10^{-4} près ($\varphi \simeq 56°$). On peut montrer que l'erreur correspondante sur $n\lambda$ ne dépasse pas alors $10^{-3}\,\Delta d$, soit 3.10^{-3} U.X. pour Al K α_1 et α_2. Ceci, et une détermination de contrôle sur Ni K α_2, donne à croire que cette cause d'erreur est négligeable *dans le cas présent*. L'influence d'une éventuelle modification de la constante réticulaire par courbure [11] est comprise dans cette estimation d'erreur. J'ai tenu pour négligeable le *défaut de focalisation* devant la largeur propre et j'ai pointé les maxima d'intensité des raies. Les valeurs ainsi obtenues pour l'aluminium *pur* diffèrent d'environ −0,8 U.X. de celles de Haglund et Siegbahn, et de +1,5 U.X. de celles de Shearer, tandis que le doublet du duraluminium semble déplacé d'environ +1 U.X. par rapport à celui de Al pur. La largeur des émissions entraîne une incertitude de l'ordre de 0,2 U.X. probablement; mais elle n'explique pas les écarts mentionnés.

---

(7) *Zeits. f. Phys.*, 102, 1936, p. 428.
(8) J. A. Bearden, C. H. Shaw, *Phys. Rev.*, 48, 1935, p. 18.
(9) *Dissertation*, Uppsala, 1929.
(10) *Bull. Soc. Min.*, 51, 1928, p. 285.
(11) A. Sandström, *Dissertation*, Uppsala, 1935.

Les sources de ces différences pourraient peut-être se trouver dans diverses influences possibles, parmi lesquelles la nature et la température de l'anticathode, ainsi que la qualité du cristal et les valeurs correctes de sa constante réticulaire et de son indice. Shearer a effectué ses calculs à partir d'une seule raie de référence (Ni Kα_1 ou α_2), à l'aide des constantes de Larsson pour *le mica;* si bien que l'erreur correspondante peut être beaucoup plus forte que dans la méthode d'extrapolation que j'ai choisie. J'ai vérifié que les divergences ne peuvent provenir des différences entre les valeurs adoptées pour les raies de référence.

Si l'on admet le rapport normal 2/1 pour les intensités relatives de α_1 et α_2, mes nombres pour Al pur donnent une longueur d'onde moyenne λ_{moy} 8322,1$_9$ U.X., qui, comparée à celle de Tyren, conduirait à $k_\lambda = 1,0021_4 . 10^{-3}$.

Mais, quoique je n'aie pas encore effectué de mesures photométriques fines, mes spectres, pour des temps de pose différents, et leurs enregistrements microphotométriques semblent indiquer que le rapport des intensités serait inférieur à 2.

Il y aurait peut-être intérêt à tenir compte de certaines de ces remarques pour de nouvelles déterminations de k_λ dont la précision n'est probablement pas tout à fait aussi bonne que l'espéraient quelques auteurs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés oxydantes du charbon actif saturé d'air.* Note de M. **Clément Courty**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

On sait que les charbons actifs manifestent souvent, à l'égard de substances réductrices, des propriétés oxydantes nettes, que Cazeneuve signalait dès 1890 (1). Mais on sait aussi que les phénomènes d'adsorption sont des phénomènes purement physiques, et que les substances fixées sur les adsorbants peuvent être, en grande partie, récupérées.

Il semble donc qu'il y ait une contradiction lorsqu'on dit qu'un charbon actif, qui est un type d'adsorbant, est un oxydant, alors que l'adsorption est purement physique. Il n'en est rien. Toutes les fois que, dans les phénomènes dits d'adsorption, apparaît une réaction chimique, il faut en chercher la cause dans les substances adsorbées elles-mêmes, et non dans les phénomènes d'adsorption proprement dits. Ainsi l'oxychlorure de carbone est adsorbé par le charbon actif, mais, si l'on essaye de le récupérer, on recueille de l'acide chlorhydrique, parce que l'oxychlorure, chlorure d'acide de l'acide carbonique CO^3H^2, a été décomposé par l'eau qui accompagne toujours le charbon actif; et c'est pour cela que le charbon actif humide adsorbe plus de phosgène que le charbon actif partiellement desséché.

---

(1) *Comptes rendus*, **110**, 1890, p. 788.

Il est donc infiniment probable que, si le charbon actif agit parfois comme oxydant, c'est en raison de l'air qu'il contient toujours.

Nous avons montré aussi ([2]) que les propriétés magnétiques d'un mélange d'oxygène et de charbon actif varient lentement en fonction du temps et, selon nous, il s'établit un équilibre, à la température ordinaire, entre le support solide et le gaz, en tube scellé; cet équilibre est déplacé par chauffage, et se rétablit par refroidissement.

Écartant toute idée de réaction chimique entre le carbone et l'oxygène, nous avons supposé que l'oxygène fixé par le charbon adsorbant se trouvait dans un état différent de l'état libre, peut-être même à l'état atomique. Il était relativement facile de vérifier cet état activé de l'oxygène. C'est ce que nous avons fait sur des échantillons de charbon actif du même lot que celui que nous avons étudié par voie magnétique, et saturés d'air.

Seize séries d'expériences ont été faites avec différents réducteurs. Toutes ont été concluantes. L'oxygène de l'air fixé sur le charbon est plus oxydant que l'oxygène moléculaire libre. Nous citerons, parmi ces expériences, celles qui nous paraissent les plus significatives, l'oxydation de l'anhydride arsénieux ([3]).

Nous avons préparé deux solutions décinormales d'anhydride arsénieux pur, l'une à réaction légèrement acide, l'autre à réaction alcaline, et nous avons suivi, par titrage à l'iode en milieu bicarbonaté, la variation de la teneur de ces solutions en As^2O^3 en fonction du temps, d'une part sans charbon actif, et d'autre part en présence de charbon actif. La solution alcaline, on le sait, ne se conserve pas; son titre baisse, mais cette baisse est incomparablement plus rapide en présence de charbon actif. La solution acide se conserve bien, et son titre ne baisse qu'en présence de charbon actif.

Mais il y a deux phénomènes concomitants : l'adsorption de l'anhydride arsénieux par le charbon, et son oxydation par l'oxygène l'accompagnant. Pour mettre en évidence les deux phénomènes il suffit de faire un premier dosage de As^2O^3 par l'iode en milieu bicarbonaté après contact de la solution arsénieuse avec le charbon; on passe ensuite en milieu fortement acide, on porte 5 minutes au bain-marie bouillant, puis on ajoute de l'iodure de potassium en léger excès et l'on maintient encore 10 minutes au bain-marie bouillant selon la méthode classique, pour faire repasser à l'état d'anhydride arsénieux tout l'anhydride arsénique que les phénomènes d'oxydation avaient formé. Après refroidissement et élimination de l'iode, libéré par l'hyposulfite en quantité juste suffisante, toujours en milieu acide, on repasse en milieu bicarbonaté, et un deuxième dosage donne le titre de tout l'anhydride arsénieux, oxydé ou non, qui se trouvait dans la solution après avoir supprimé le contact

---

([2]) *Ibid.*, **218**, 1944, p. 832.

([3]) Ce cas a été déjà étudié, mais d'un point de vue différent (J. Delga, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 9, 1942, p. 222; J. Delga et R. de Magoudeaux, *ibid.*, pp. 222-225).

avec le charbon actif : on dispose donc de deux nombres qui, comparés au titre de la solution arsénieuse vierge *au moment de l'expérience*, permettent de mesurer quantitativement l'adsorption et l'oxydation de l'anhydride arsénieux.

Voici quelques-uns des résultats que nous avons obtenus. Précisons que 10^{cm^3} de notre solution arsénieuse acide étaient neutralisés par $0^{cm^3},5$ de soude normale et que 10^{cm^3} de notre solution basique étaient neutralisés par $11^{cm^3},8$ d'acide chlorhydrique normal en présence de phénolphtaléine.

	Milligrammes de As^2O^3 par gramme de											
	charbon en grains.						charbon en poudre.					
	Milieu basique.			Milieu acide.			Milieu basique.			Milieu acide.		
Temps en heures.	A.	O.	T.	A.	O.	T.	A.	O.	T.	A.	O.	T.
5,30.......	non mesurés		23,5	non mesurés		16,3	non mesurés		33,1	non mesurés		17,2
23..........	»		31,4	»		23,5	»		56,5	»		17,6
27,30.......	»		35,1	»		27,7	»		–	»		–
47..........	»		38,7	»		30,4	»		–	»		–
95,30.......	»		–	»		–	»		84	»		27,5
119,40.......	»		42,5	»		33,9	»		–	»		–
884..........	1,5	51,8	53,3	7,9	42,1	50	1	83	84	3,7	46,1	49,8
8..........	0	35,1	35,1	12	3	15	4,5	37,4	41,9	9	6	15
288..........	0	52,2	52,2	11	19,5	30,5	0(?)	63,9	63,9	9	52,5	61,5
675..........	0	64,9	64,9	5,4	37,7	43,1	4,4	59,5	63,9	16,3	56,4	72,7

A, adsorbés; O, oxydés; T, totaux.

Le phénomène d'oxydation apparaît très nettement; mais, deux grains de charbon ou deux particules de poudre de charbon n'étant jamais identiques, malgré la même origine, il ne faut pas chercher dans les nombres trouvés de relations précises, mais simplement une allure du phénomène, qui est très nette : l'adsorption est plus forte en milieu acide, l'oxydation est plus forte en milieu alcalin.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une préparation de l'oxyde de carbone à la température ambiante.* Note (¹) de M. **Léonce Bert.**

A la différence de plusieurs gaz usuels H^2, SH^2, CO^2 etc., qui se préparent à froid, l'oxyde de carbone qui s'obtient soit en réduisant CO^2 par du carbone incandescent, soit en chauffant l'acide oxalique ou mieux formique avec un excès d'acide sulfurique concentré.

Nous avons trouvé une préparation de l'oxyde de carbone commode, rapide et économique, dans l'action, à la température ambiante, de la chlorhydrine sulfurique sur l'acide formique. La réaction se formule

$$(a) \qquad H.CO.OH + SO^3ClH = CO + ClH + SO^4H^2,$$

(¹) Séance du 11 septembre 1944.

ClH est retenu par de l'eau, dans laquelle il est très soluble, tandis que CO l'est fort peu.

Pratiquement, à la température et sous la pression ordinaires, on recueille, avec l'acide formique anhydre et même avec les acides industriels à 96-98 %, un nombre de litres d'oxyde de carbone à peu près égal à la moitié du nombre de grammes d'acide formique mis en œuvre. Avec l'acide formique anhydre, la température du mélange des réactifs s'abaisse notablement au-dessous de la température ambiante, pour peu qu'on produise un rapide dégagement gazeux (nous avons observé par exemple, au cours d'une expérience, une baisse de 27 à 12°, soit une chute de 15°). C'est, croyons-nous, la première fois qu'on signale un abaissement de température lors de la combinaison de la chlorhydrine sulfurique avec l'eau; il est vrai qu'il s'agit ici d'eau non point libre, mais en puissance dans la molécule d'acide formique.

Avec de l'acide formique industriel à 96-98 %, il faut augmenter la quantité de chlorhydrine voulue par l'équation ci-dessus, de celle nécessaire à la combinaison des 2-4 % d'eau contenus :

$$SO^3ClH + H^2O = ClH + SO^4H^2.$$

Il y a ici léger échauffement et dégagement de ClH seul, après quoi la réaction se poursuit comme avec l'acide formique anhydre.

Appareil. — L'équation (*a*) fixe les dimensions du générateur en fonction du volume de gaz désiré.

On prend pour générateur un récipient quelconque (²) obturable par un bouchon percé de deux trous traversés, l'un par un tube abducteur, l'autre par la tige capillaire (ou étirée en pointe capillaire) d'une ampoule à brome. Il convient que cette tige soit longue d'au moins 20^{cm}.

Mode opératoire. — Introduire l'acide formique dans le générateur sec et la chlorhydrine dans l'ampoule à brome sèche, en ayant bien soin d'en remplir la tige. Faire tomber SO^3ClH dans HCO^2H en réglant la vitesse d'affusion sur celle du débit gazeux.

Si l'on recueille l'oxyde de carbone sur la cuve à eau, pour des expériences de cours par exemple, on arrête ClH par un laveur à eau disposé avant la cuve quand celle-ci est en bois revêtu de zinc. On recueille directement, si la cuve est constituée par une terrine en grès ou un cristallisoir en verre.

Pour d'autres usages on élimine ClH par de l'eau et on sèche ensuite s'il y a lieu.

(²) Flacon, flacon de Woolf, ballon, fiole d'attaque, erlenmeyer, fiole cylindro-conique etc. Avec un ballon à distiller ou une fiole pour filtrer à la trompe, la tubulure latérale tient lieu du tube abducteur précédent et il suffit d'un bouchon à un trou pour supporter l'ampoule à brome.

La chlorhydrine sulfurique coûte trois fois plus cher que l'acide sulfurique à 66° Bé, mais on l'utilise intégralement et on récupère de l'acide sulfurique à 100 %. De plus, en retenant ClH par de l'eau distillée, on a de l'acide chlorhydrique pur. On fait en outre l'économie de calories et l'on est délivré de la sujétion du maintien de la température à 70-80° exigé par le procédé habituel. Enfin ni mousse ni absorption ne sont à craindre.

PHYSIOLOGIE. — *Application de l'analyse chronaximétrique à l'étude des vitamines du groupe* B. Note de MM. **Raoul Lecoq**, **Paul Chauchard** et Mme **Henriette Mazoué**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

L'analyse chronaximétrique, bien codifiée ([1]), permet de chiffrer les variations de l'excitabilité neuromusculaire, reflet exact des troubles métaboliques tissulaires. Grâce à l'emploi d'un appareillage simple, pouvant être branché directement sur le secteur ([2]), il est aisé de déceler, avant l'apparition des signes cliniques, les premières atteintes neuromusculaires des sujets avitaminés ou recevant des rations déséquilibrées. Ayant préalablement mis en évidence l'action antialcalosique des vitamines C et D et l'action antiacidosique de l'association aneurine-riboflavine-nicotinamide-adénine ([3]), nous nous sommes proposé d'étudier les vitamines du groupe B et leur action séparée et conjointe sur le système neuromusculaire de Rats et Pigeons soumis à des régimes uniquement privés de ces vitamines. Déjà nous avions montré que, par voie buccale, les vitamines B_1 et B_2 pures ne sauraient prétendre à elles seules représenter le complexe B et que la nicotinamide exerce une action complémentaire non négligeable, mais insuffisante ([4]).

Utilisant les mêmes régimes d'avitaminose B globale que précédemment, nous avons pu constater que la simple addition d'adénine, de même que l'addition d'aneurine ou de nicotinamide, empêche chez le Pigeon l'apparition d'une phase d'allongement des temps d'excitation nerveuse, avec raccourcissement des temps d'excitation musculaire, survenant entre le 3e et le 12e jour en l'absence de toute addition (ou en présence de la seule riboflavine). Très curieusement d'ailleurs, cette phase réapparaît, un peu retardée, quand les quatre substances sont ajoutées ensemble; dans tous les cas, elle est suivie d'une phase inverse comportant raccourcissement des temps d'excitation nerveuse et allongement des temps d'excitation

---

([1]) P. Chauchard, *Rev. scientifique*, 79, 1941, p. 620; *Conf. Assoc. Trav. scientifiques*, avril 1945.

([2]) P. Chauchard et R. Lecoq, *Soc. Pharm.*, 6 juin 1945; *Ann. Biol. clin.*, 3, 1945. p. 171.

([3]) *C. R. Soc. Biol.*, 9 juin 1945.

([4]) R. Lecoq, P. Chauchard et Mme H. Mazoué, *Comptes rendus*, 208, 1944, p. 946.

musculaire; mais la protection contre les troubles neuromusculaires ne dépasse pas 15 jours.

Chez le Rat la phase d'augmentation des temps d'excitation nerveuse, qui n'apparaissait qu'avec la riboflavine, ou le mélange aneurine-riboflavine-nicotinamide, ne se manifeste en présence ni de l'adénine, ni de la nicotinamide, ni des quatre substances associées. Dans ce dernier cas la protection contre l'apparition des troubles neuromusculaires peut atteindre un mois du fait de l'addition complémentaire d'adénine.

Confrontant les résultats obtenus chez le Pigeon et chez le Rat, nous avons pensé qu'il y aurait intérêt à donner au Pigeon une ration plus riche en matières grasses; de fait le régime B de Randoin et Lecoq ([5]) permet à l'association des quatre substances d'exercer une prévention sensiblement plus longue des troubles neuromusculaires et même, quand ceux-ci sont installés, une correction par le carbonate acide de sodium, en raison du caractère acidosique de la perturbation humorale en jeu ([6]).

Cette constatation nous conduisit à essayer, chez le Pigeon soumis au régime B, l'adjonction d'acide pantothénique aux quatre autres substances, ce mélange, introduit par voie intraveineuse, exerçant chez le Lapin une action alcalinisante entraînant une montée de la réserve alcaline ([7]). L'action complémentaire de l'acide pantothénique (sous forme de pantothénate de calcium) se montra remarquable, les chronaxies nerveuses et musculaires se trouvant corrigées en 4 à 5 jours, lorsqu'elles étaient perturbées, où se maintenant normales toute la durée des expériences (dépassant un mois et demi). Il n'en fut pas de même pour le Rat, chez qui l'adjonction d'acide pantothénique n'apporte pas d'amélioration sensible. Soupçonnant l'intervention d'un équilibre défectueux de la ration, nous avons supprimé de nos régimes l'ovalbumine purifiée, dont la présence aboutit à la production, chez le Rat, de manifestations d'avitaminose H (observations inédites de R. Lecoq). Dès lors les résultats se révélèrent aussi durables que chez le Pigeon et, chez ce dernier, le régime classique d'avitaminose B (sans ovalbumine), complété par le mélange aneurine-riboflavine-nicotinamide-adénine-acide pantothénique, ne produisit plus de troubles neuromusculaires. Ces observations éclairent le problème des vitamines B et spécialement l'importance de la vitamine B_3 que l'un de nous considérait comme identique aux vitamines dites B_4 et B_5 et formé par l'association de nicotinamide et d'adénine ([8]).

([5]) L. Randoin et R. Lecoq, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 444.

([6]) Dans ces conditions le carbonate acide de soddium est sans effet chez le Rat.

([7]) R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, 23 juin 1945.

([8]) R. Lecoq, *Journ. biol. Chem.*, 91, 1931, p. 671; *Presse Méd.*, **44**, 1936, p. 2060 et *Publication du Centre de perfectionnement technique*, 1940, n° 609.

Conclusions. — Contrôlés par la méthode chronaximétrique, les troubles de l'excitabilité neuromusculaire dus à l'avitaminose B globale cèdent entièrement (chez le Pigeon comme chez le Rat) à l'action par voie buccale du mélange aneurine-riboflavine-nicotinamide-adénine-acide pantothénique. Il importe toutefois d'écarter des rations utilisées pour la production de ces troubles, l'ovalbumine, facteur de révélation de l'avitaminose H.

Ces cinq fractions du complexe B s'opposent aux perturbations métaboliques acidosiques de l'avitaminose B ([9]), par leur intervention dans le mécanisme des oxydoréductions, à la manière de substances alcalinisantes *spécifiques*.

Si l'on conserve à l'aneurine et la riboflavine les noms de vitamines B_1 et B_2, il conviendrait de réserver aux suivantes, également bien définies, les noms de vitamines B_3 (nicotinamide), B_4 (adénine) et B_5 (acide pantothénique).

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Nouvelle interprétation théorique des mesures de viscosité des sérums sanguins.* Note de M. **Max Viscontini**.

Einstein ([1]) a montré théoriquement que la viscosité spécifique d'une solution est une fonction linéaire de la concentration du corps dissous ou dispersé dans le solvant. On peut arriver facilement à ce résultat en admettant que, dans une solution ou une suspension, les particules dispersées n'agissent que par leur nombre. A un accroissement dc de la concentration en particules correspond un accroissement $d\eta$ de la viscosité absolue. Il suffit d'écrire

$$d\eta = \mathrm{K}.dc, \tag{1}$$

pour aboutir à l'équation

$$\frac{\eta}{\eta_0} - 1 = \mathrm{K}.c. \tag{2}$$

Malheureusement les résultats expérimentaux ne cadrent généralement pas avec cette équation linéaire, surtout dans le cas des solutions de protéines. Cependant les difficultés qui surgissent lorsqu'on veut interpréter les mesures de viscosité peuvent être levées en partie si l'on admet qu'il existe des forces de liaison agissant entre les particules au sein de la solution. Ces dernières n'agissent donc plus par leur seul nombre, mais par leur action mutuelle et l'équation (1) devient

$$d\eta = k.dc + \mathrm{A}.c.dc,$$

ce qui donne finalement

$$\frac{\eta}{\eta_0} - 1 = kc + \alpha c^2. \tag{3}$$

([9]) R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, **120**, 1935, p. 958.

([1]) *Ann. Physik*, **19**, 1906, p. 289; **34**, 1911, p. 591.

Dans cette nouvelle équation k représente l'ancien coefficient de proportionnalité de l'équation (2) et possède la même signification, tandis que α est un nouveau coefficient qui dépend des forces de liaison de la solution. L'équation (3) peut s'écrire

$$\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c} = k + \alpha c. \tag{4}$$

Sous cette forme on voit que $(\eta - \eta_0)/\eta_0 c$ doit être une fonction linéaire de c. Je l'ai vérifié expérimentalement par la méthode graphique qui présente l'avantage de donner immédiatement k et α avec une erreur qui n'excède certainement pas 10 % dans les cas les plus défavorables.

Les valeurs trouvées pour ces deux coefficients en étudiant huit sérums sanguins de Chevaux normaux, ont été réunies dans le tableau suivant

Sérum....	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
α.......	76	50,0	63,0	76,0	63,0	84,0	68,0	75,0
k.......	5,0	6,0	5,2	5,0	5,6	4,7	5,0	4,1

Voici d'autre part, à titre d'exemple, les valeurs des viscosités relatives de quatre de ces sérums à des dilutions variables;

1° mesurées dans un viscosimètre de Hoppler [2];

2° calculées à partir des coefficients k et α [équation (3)].

	Viscosité relative							
Sérum...	I.		III.		IV.		VIII.	
Dilution du sérum.	Mes.	Calc.	Mes.	Calc.	Mes.	Calc.	Mes.	Calc.
1/5....	1,107	1,107	1,094	1,094	1,118	1,107	1,095	1,096
2/5....	1,271	1,258	1,223	1,218	1,254	1,258	1,221	1,224
3/5....	1,457	1,453	1,371	1,371	1,456	1,453	1,393	1,400
4/5....	1,695	1,691	1,550	1,553	1,701	1,691	1,619	1,619
5/5....	1,977	1,974	1,763	1,765	1,976	1,974	1,893	1,882

On voit que l'accord entre ces différents chiffres est parfait.

Tout sérum sanguin est donc caractérisé par deux coefficients k et α; si l'on admet que le coefficient k se rattache à la forme des molécules, comme semblent le démontrer de nombreux travaux théoriques, et que le coefficient α est fonction des forces de liaison, les modifications de structures dont les sérums sanguins sont le siège peuvent être étudiées par l'intermédiaire de ces deux coefficients, ainsi que j'ai pu le vérifier sur de nombreux sérums humains normaux ou pathologiques.

---

(2) *Chemiker Zeitung*, 1933, p. 62.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'oxydation directe de l'acide ascorbique par la laccase.* Note de M. **Didier Bertrand**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La connaissance de l'acide ascorbique étant relativement récente, la notion de son oxydabilité *in vivo* par un système diastasique n'est mentionnée dans la littérature scientifique que depuis 1931 ([1]). La découverte, par Keilin et Mann ([2]), de l'oxydation, *in vitro*, de l'acide ascorbique par le système pyrocatéchol + catécholoxydase, avait remis en question la notion d'une acide ascorbique-oxydase, que récemment Diemar et Zerban ([3]) ont réussi à mettre en évidence d'une façon indiscutable. La catécholoxydase, dont le pH optimum d'action est de 7,3, est d'une spécificité très étroite, puisqu'elle n'oxyde que les *o*-diphénols, sans pouvoir oxyder les para, et se montre incapable d'une action directe sur l'acide ascorbique, quoique ce dernier, sous forme réduite, par ses deux hydroxyles énoliques en ortho, se rapproche chimiquement beaucoup des *o*-diphénols. On pouvait se demander s'il en était de même avec la première oxydase qui fut découverte, la laccase ([4]). Cette dernière, ainsi que l'avait montré Gabriel Bertrand ([5]), oxyde non seulement les *o*-diphénols et les *o*-phénylène-diamines, mais aussi les para, avec un pH optimum de 6,7 dans le premier cas et de 6,25 à 6,35 dans le second ([6]). Or, quand on fait l'essai, par une microméthode ([7]), de l'activité d'une préparation de laccase ne contenant pas de composés phénoliques ([8]) sur une solution d'acide ascorbique ([9]), on constate que ce dernier est directement oxydé, avec un pH optimum de 6,7, retrouvant ainsi l'analogie chimique signalée plus haut avec les *o*-diphénols. La courbe d'activité en fonction de l'acidité du milieu, en forme de cloche, met en évidence une très grande sensibilité aux variations de pH, puisque à pH 7,0 ou à pH 6,3, l'activité est déjà diminuée de moitié par rapport à l'activité maximum; cette sensibilité décroît ensuite, la laccase étant encore un peu active à pH 8 ou à pH 3,8.

La laccase se montre ainsi différente de l'acide ascorbique-oxydase de Diemar et Zerban ([3]), isolée à partir de *Cucumis sativus* (L.) et de

---

([1]) Szent-Györgyi, *J. Biol. Chem.*, 90, 1931, p. 385.

([2]) *Proc. Royal Soc.*, B, 125, 1938, p. 187.

([3]) *Biochem. Z.*, 316, 1944, p. 189.

([4]) Gabriel Bertrand, *Bull. Soc. Chim.*, 11, 1894, p. 717.

([5]) *Comptes rendus*, 122, 1866, p. 1132.

([6]) Didier Bertrand, *Bull. Soc. Chim.*, 12, 1945 (sous presse).

([7]) Didier Bertrand, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 26, 1944, p. 45.

([8]) Ou d'une préparation dont le laccol (*o*-diphénol de la laque) est oxydé, ce qui revient quantitativement au même, ainsi que les mesures me l'ont prouvé.

([9]) Cet essai se fait en mesurant, en milieu fortement tamponné, la quantité d'oxygène absorbé, à température constante, pendant un temps donné, pour une certaine quantité de laccase, l'acide ascorbique étant en excès.

Cucurbita pepo (L.), puisque cette dernière oxydase a son pH d'activité maximum à 6.

En outre l'activité de la laccase en tant qu'acide ascorbique-oxydase est considérable : la préparation la plus pure obtenue jusqu'ici (7), mesurée en unités de Diemar et Zerban, est de plus du double de la préparation, pourtant exceptionnellement active, de ces auteurs. Un tel fait, si l'on se rapporte à un travail antérieur de ces savants (10), a une signification biologique considérable. Une technique utilisée par eux leur permet de séparer, dans une plante déterminée, de l'activité oxydasique globale sur l'acide ascorbique, la fraction qui revient à leur acide ascorbique-oxydase. Ces auteurs ont ainsi montré que, si l'on excepte *Cucurbita pepo* (L.), *Petrosel. sat.* Hoffm. et les fruits verts de *Phaseolus vulg.* (L.), dans tous leurs essais l'activité oxydasique sur l'acide ascorbique due à leur diastase est très inférieure à l'activité oxydasique globale sur l'acide ascorbique; le restant de l'activité est attribuable par suite à un autre facteur diastasique. Or Gabriel Bertrand (11) avait montré, il y a déjà longtemps, la présence générale de laccase chez les végétaux, ce qui permet de dire que *in vivo* l'oxydation de l'acide ascorbique est beaucoup plus souvent réalisée par la laccase que par l'acide ascorbique-oxydase de Diemar et Zerban ou que par un des systèmes oxydasiques tels que *o*-diphénol-catécholoxydase ou flavone-peroxydase-eau oxygénée, dont la présence générale chez les végétaux n'a pas été démontrée.

En conclusion, dans le système oxydasique suivant, qui est très fréquent chez les végétaux,

$$\text{Substrat} + \text{déshydrogénase} + \text{acide ascorbique} + \text{oxydase de l'acide ascorbique} + O^2,$$

l'oxydase est le plus souvent la laccase, trop oubliée jusqu'ici, et non l'acide ascorbique-oxydase de Diemar et Zerban, peu répandu, ni le système *o*-diphénol + catécholoxydase de Keilin et Mann, dont la présence générale n'a pas été prouvée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Insolubilité des euglobulines du sérum dans l'eau et délipidation.* Note de MM. **Jean Roche** et **Yves Derrien**, présentée par M. Maurice Javillier.

L'hypothèse selon laquelle l'insolubilité dans l'eau des euglobulines sériques relèverait plus des combinaisons lipidiques contractées par elles que d'une propriété tenant à la nature de ces protéines, distinctes à cet égard des pseudoglobulines solubles dans l'eau, a été depuis longtemps formulée (Hardy, Chick et Martin). Il nous a paru qu'il y avait

(10) *Biochem. Zeits.*, 316, 1944, p. 335.
(11) *Bull. Soc. Chim.*, 13, 1895, p. 1095.

lieu d'en contrôler l'exactitude, bien que les résultats des travaux de Hartley ([1]), de M. Macheboeuf et F. Tayeau ([2]) lui paraissent favorables.

Dans une première série de recherches nous avons soumis à la dialyse deux échantillons d'une préparation d'euglobulines (mélange des fractions P_I, P_{II} et P_{III} de A. Green) ([3]), obtenue par électrodialyse d'un sérum de Cheval, après avoir délipidé l'un d'eux par la méthode de G. Blix ([4]) (acétone-éther à — 14°). Les volumineux précipités apparus dans les dialyseurs ne représentent, après trois jours, que 63 % des protéines mises en œuvre dans l'un comme dans l'autre cas, l'euglobuline P_I demeurant en solution au pH du milieu en fin d'expérience (pH 6,3). La délipidation selon Blix ne modifie donc pas le caractère d'insolubilité dans l'eau des euglobulines.

De tels résultats ne résolvent cependant pas entièrement le problème, car la technique de Blix, comme celles de Piettre, d'Adnot et de Saias dont elle dérive, n'arrache aux protéines que 80 % des lipides auxquels elles sont liées. Or les lipides demeurant alors dans les complexes sériques sont essentiellement constitués par des phospholipides (céphalines) ([3]) auxquels certains auteurs attribuent l'insolubilité dans l'eau des euglobulines (Went et collaborateurs, F. Tayeau) ([5]). C'est pourquoi nous avons répété nos expériences en dialysant pendant quatre jours contre de l'eau distillée les protéines d'un sérum de Cheval totalement délipidées selon la technique classique d'Hardy et Gardiner (alcool-éther anhydre à — 10°). Dans ces conditions, le contenu des dialyseurs (dont le pH est en fin d'opération supérieur à 6,0) demeure homogène, mais l'acidification des solutions dialysées y provoque une précipitation atteignant son intensité maxima à pH 5,0–5,2 et portant alors sur environ 33 % des protéines totales du sérum. Celui-ci paraît donc, après délipidation complète, être dépourvu des euglobulines P_{II} et P_{III} précipitant à pH 6,2-6,5 par dialyse ou par simple dilution avant l'extraction des lipides. Par contre il renferme alors, en proportion anormalement élevée, des constituants protéiques précipitables par dialyse et acidification et répondant à la définition classique des euglobulines.

La confrontation des courbes de solubilité, dans un milieu de concentration croissante en un mélange équimoléculaire de phosphates mono- et dipotassique de pH 6,5, établies à 25° sur la fraction protéique précipitant du sérum totalement délipidé à pH 5,2, sur les protéines totales

(1) *Brit. Journ. of exper. Pathol.*, 6, 1915, p. 180.
(2) *Bull. Soc. Chim. biol.*, 23, 1941, p. 49.
(3) *J. Amer. Chem. Soc.*, 60, 1938, p. 1108.
(4) *Journ. biol. Chem.*, 137, 1941, p. 495.
(5) *Bull. Soc. Chim. biol.*, 26, 1945, p. 133.

de celui-ci et sur le sérum non délipidé permet, dans une certaine mesure, d'interpréter les résultats obtenus. Les modifications subies par les protéines sériques au cours de leur délipidation par la méthode d'Hardy et Gardiner sont de même nature, mais beaucoup plus accentuées que celles consécutives à la même opération réalisée par le procédé de Blix (6). Le taux d'un des constituants globuliniques de faible solubilité (fraction I_{IV}) s'accroît alors jusqu'à atteindre 30 % des protéines totales et, en compensation, celui des albumines diminue notablement (15 % des protéines totales). La fraction I_{IV}, correspondant vraisemblablement à un complexe globulino-albuminique, représente près de 50 % des protéines précipitées par dialyse et acidification du sérum délipidé, lesquelles renferment en outre des constituants que leur courbe de relargage et leur insolubilité dans l'eau pure à pH 5,0 permettent d'identifier à l'euglobuline P_I de Green (7).

Dès lors les hypothèses de travail suivantes paraissent devoir être formulées en conclusion des résultats de nos recherches. La délipidation totale du sérum (méthode d'Hardy et Gardiner) entraîne la formation d'un complexe protéido-protéidique renfermant une partie importante des albumines et la totalité des euglobulines P_{II} et P_{III} de Green (β- et γ-euglobulines respectivement de pH_i 5,0 et 6,2) (3), (8). En milieu aqueux pur et à pH 5,0-5,2, ce complexe, alors à l'état isoélectrique comme l'euglobuline P_I (pH 5,0), précipiterait avec cette dernière, dont la délipidation ne modifie pas les caractères de solubilité.

BACTÉRIOLOGIE. — *Influence des sels de potassium sur la sporulation de* Welchia perfringens (*Veillon et Zuber*) *P. Importance de la constitution des acides combinés au métal alcalin.* Note de MM. **Jean Régnier**, **André-Romain Prévot** et Mlle **Suzanne Lartigaud**, présentée par M. René Souèges.

La sporulation ou la non-sporulation des Bactéries a une importance capitale pour la connaissance de leur physiologie, de leur morphologie et de leur classification. Pour certaines d'entre elles la sporulation se manifeste spontanément, pour d'autres, elle est plus difficile à mettre en évidence (*Clostridium butyricum*, *Cl. fallax*), ou ne se montre que dans certaines conditions (*Bacillus anthracis*). Pour d'autres enfin, elle est très rarement observée et apparaît dans des conditions dont le déterminisme est totalement inconnu. C'est le cas de *W. perfringens* dont la sporulation est certaine, a été observée et photographiée, confirmée jour-

(6) J. Roche et Y. Derrien, *C. R. Soc. Biol.*, 135, 1945 (sous presse).
(7) J. Roche, Y. Derrien et S. Mandel, *C. R. Soc. Biol.*, 138, 1944, p. 634.
(8) P. Svensson, *Journ. biol. Chem.*, 139, 1941, p. 805.

nellement par la thermorésistance de 2 minutes à 100°, mais ne se montre qu'exceptionnellement. Or *W. perfringens* est un agent pathogène très fréquent, provoquant des infections graves, souvent mortelles (gangrènes, appendicites, septicémies, etc.), et il y avait intérêt, pour hâter le diagnostic bactériologique et le traitement spécifique, à pouvoir mettre rapidement en évidence sa spore clostridienne.

Nous reportant aux essais de P. Bordet sur le rôle des ions calciques qui inhibent la sporulation de la Bactéridie charbonneuse (1), nous eûmes l'idée de mettre en expérience, par opposition aux ions alcalinoterreux qui diminuent la perméabilité des cellules vivantes, les ions alcalins qui l'augmentent (2).

D'autre part, sachant, depuis les travaux de l'un de nous et de ses collaborateurs, poursuivis avec les sels de certains alcaloïdes (3), avec ceux de certaines matières colorantes basiques (4), avec ceux d'ammoniaque (5), que l'acide combiné à la base avait une grande importance, nous avons fait agir différents sels de potassium.

Nous partions de cultures récentes de *W. perfringens* que nous repiquions en bouillon-viande-foie glucosé à 2 ‰, additionné d'une solution de titre connu du sel de potassium, placé en tubes de Hall, avec bille obturatrice, l'ensemble étant stérilisé à l'autoclave. Après séjour de 1 à 4 jours à 37°, nous examinions, après coloration, s'il y avait absence ou présence de spores.

Les différents sels utilisés n'ont pas tous donné de bons résultats et, dans les cas favorables, la sporulation a varié selon le taux du sel.

Avec les citrates mono- et dipotassique, de 0g,05 à 5g % : très rares spores pour certaines souches. Avec les sulfates mono- et dipotassique, de 0g,20 à 1g % : quelques spores pour les mêmes souches. Avec le chlorure de potassium : même résultat qu'avec les sulfates.

Avec le sulfocyanure de potassium, de 0g,005 à 0g,02 % : quelques spores pour les mêmes souches.

Avec les phénylpropionate et phénylbutyrate de potassium, de 0g,001 à 1g %, spores extrêmement nombreuses pour les souches étudiées plus haut, quelques spores pour les autres souches.

Conclusions. — 1° Les sels de potassium permettent la sporulation de

---

(1) P. Bordet, *Ann. Inst. Past.*, 45, 1930, p. 26.

(2) Voir le livre de E. Gellhorn et J. Régnibr, *La perméabilité en physiologie et en pathologie générale*, Paris, 1936; notamment pp. 112, 223, 230, 461.

(3) J. Régnier et R. David, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1428; J. Régnier, R. David et R. Delange, *ibid.*, 202, 1936, p. 591; *C. R. Soc. Biol.*, 1936, 1937, 1938, 1939, 1943, 1944.

(4) S. Bazin, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 183.

(5) J. Régnier, S. Lambin et M. Dubost, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 465.

W. perfringens à des taux voisins de quelques centigrammes ou de quelques décigrammes pour 100^{cm^3} de milieu [6].

2° Les sels de potassium formés d'acides sans groupements polaires (phénylpropionate, phénylbutyrate) donnent une proportion souvent extrêmement élevée de spores. Au contraire les sels de potassium à acides chargés de groupements polaires (citrate monobasique et citrate bibasique) ne permettent la sporulation que de quelques très rares Bactéries. Nous retrouvons donc, là encore, la sensibilité de la matière vivante à la constitution de l'acide, indifférente ou polaire, du sel mis en expérience.

La séance est levée à 15^h35^m. A. Lx.

---

[6] Au cours de notre expérimentation, nous avons eu connaissance de la Note de F. W. Fabian et C. S. Bryan (*J. of Bact.*, 26, 1933, p. 543) sur la sporulation des Microbes aérobies du groupe *B. subtilis* sous l'influence des chlorures de divers cations.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de juin 1945.

De la Mécanique ondulatoire à la théorie du noyau, Tome II, par Louis de Broglie. Paris, Hermann et Cie, 1945; 1 vol. 25^{cm}, 5.

Les livres de nature. *Les Scorpions,* par Lucien Berland. Paris, Editions Stock, 1945; 1 vol. 19^{cm} (présenté par M. L. Fage).

Microbial Antagonisms and Antibiotic Substances, par Selman A. Waksman. New-York, The Commonwealth Fund, 1945; 1 vol. 24^{cm}.

Faune de l'Empire français. III. *Coléoptères Scarabéides de l'Indochine.* Première partie, par Renaud Paulian. Paris, Librairie Larose, 1945; 1 vol. 28^{cm} (présenté par M. L. Fage).

International Journal of Sex-Economy and Orgone-Research. Official Organ of the International Institute for Sex-Economy and Orgone-Research, by Wilhelm Reich. Volume 2, tome 1. New-York, Orgone Institute Press, 1943; 1 vol. 25^{cm}.

Commission technique des États et propriétés de surface des métaux. *Études sur les aspects des pellicules d'oxydation anodique formées sur l'aluminium et ses alliages. Relations avec les modes d'élaboration et de transformation de ces alliages.* Paris, Éditions du Comité général d'organisation des industries mécaniques, 1944; 1 vol. 27^{cm} (hommage de M. A. Portevin).

Publications scientifiques de l'Institut géographique national. Publication n° 1. *La géométrie des sphéroïdes à l'usage des ingénieurs géographes.* Premier fascicule. *Introduction à la géométrie des Sphéroïdes. Géométrie à deux dimensions sur une surface,* par Jean Laborde. Paris, Institut géographique national, 1944; 1 vol. 27^{cm}.

Commission géologique de la Suisse 1/25 000. Feuille : *Diablerets* sur la base topographique des feuilles : 477 bis *Chamossaire*; 478 *Pillon*; 479 *Gryon*; 480 *Anzeindaz*, avec annexes des feuilles 475 *Aigle* et 476 *Bex.* (Feuille 19 de l'Atlas). *Notice explicative,* par Maurice Lugeon. Berne, A. Francke, 1940; 1 fasc. 21^{cm}, 5.

Atlas géologique de la Suisse 1/25 000. Feuille : *Diablerets* sur la base topographique de la carte Siegfried. Feuilles 477 bis *Chamossaire;* 478 *Pillon*; 479 *Gryon*; 480 *Anzeindaz* avec annexes des feuilles 475 *Aigle* et 476 *Bex.* Levé géologique par Maurice Lugeon, 1911-1939. N° 19, 1940; 1 pl. $65^{cm} \times 97^{cm}$, 5.